

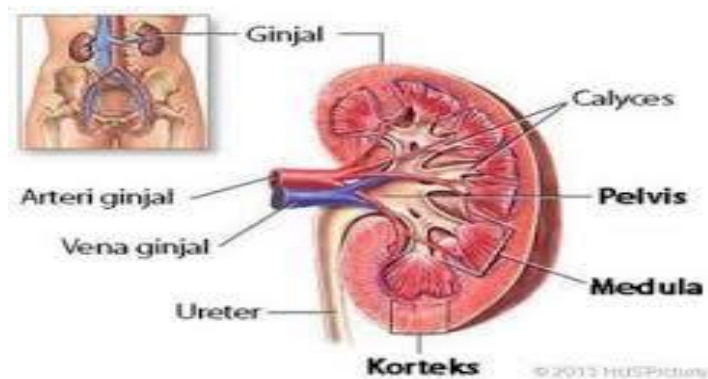
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ginjal

2.1.1 Anatomi Ginjal

Organ ginjal memiliki bentuk seperti kacang dan terletak di kedua sisi columna vertebralis yang berada di bawah liver dan limfa. Ginjal bagian kanan lebih rendah sedikit jika dibandingkan dengan ginjal kiri, karena adanya tekanan ke bawah oleh organ hati. Letak ginjal berada di belakang peritoneum yang melapisi rongga abdomen retroperitoneal (Alwiyah *et al.*, 2024).



Gambar 2. 1 Anatomi Ginjal (*Kidney*)

Sumber: Parwati (2019)

Ginjal apabila dipotong secara melintang terbagi menjadi 2 bagian:

1. Korteks (bagian luar ginjal)

Fungsi utama dari korteks ginjal yaitu untuk filtrasi darah dalam jumlah yang banyak melalui glomerulus.

2. Medula (bagian dalam ginjal).

Fungsi utama dari medula ginjal yaitu untuk mengatur metabolik khususnya reabsorpsi natrium (Na) dan ekstraksi oksigen (O₂) dari darah. Pada bagian medula ginjal terdiri atas:

- a. Piramid renalis yang didalamnya terdapat lubang-lubang dan membentuk simpul-simpul dalam 1 badan malpighi dapat disebut dengan glomerulus.

- b. Bagian Pelvis ginjal terletak di ujung proksimal ureter berfungsi sebagai wadah penampung urine sementara.
- c. Bagian kaliks minor ginjal (ujung pelvis) berbentuk semacam cawan yang terjadi penyempitan karena adanya duktus papilaris yang masuk ke pelvis ginjal.
- d. Bagian kaliks mayor ginjal yaitu kumpulan dari beberapa kaliks minor (Alwiyah *et al.*, 2024).

2.1.2 Fisiologi Ginjal

Pada setiap masing-masing manusia memiliki ginjal yang mengandung 1-1,5 juta nefron berdasarkan dari fungsi dan strukturnya bisa dikatakan sama setiap manusia. Nefron merupakan unit fungsional terkecil dari ginjal yang berfungsi untuk filtrasi darah sampai menghasilkan urine. Letak dari nefron yaitu terletak di sepanjang korteks sampai medula. Nefron tersusun atas glomerulus dan setiap tubulus ginjal. Terdapat bagian-bagian dari nefron yaitu:.

1. Glomerulus

Merupakan jaringan pembuluh darah kecil (kapiler) yang memiliki bentuk seperti bola yang berfungsi untuk tempat filtrasi darah dengan menyaring air, garam, protein, glukosa, dan urea, serta dapat menghasilkan urine primer. Urine primer berasal dari glomerulus yang akan diteruskan ke tubulus kontortus proksimal.

2. Kapsula Bowman

Merupakan selubung untuk membungkus glomerulus yang memiliki bentuk seperti cangkir. Kapsula bowman ini berfungsi untuk menampung cairan yang telah difiltrasi oleh glomerulus.

3. Tubulus dibagi menjadi 3:

a. Tubulus Kontortus Proksimal

Merupakan saluran ginjal yang berliku-liku yang berfungsi untuk reabsorpsi (penyaringan kembali) zat-zat yang masih dibutuhkan oleh 9 tubuh yaitu asam amino dan glukosa. Di saluran inilah terjadi urine sekunder.

b. Lengkung Henle

Berbentuk lengkungan tajam yang berbentuk huruf U pada daerah medula dan berhubungan dengan tubulus kontortus proksimal serta tubulus kontortus distal di daerah korteks ginjal. Bagian lengkung henle dibagi menjadi 2, yaitu lengkung henle ascendens (menanjak) dan descendens (menurun).

c. Tubulus Distal

Merupakan saluran ginjal yang berliku-liku menjadi saluran terakhir. Saluran ini berfungsi untuk proses augmentasi atau penambahan zat-zat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, diantaranya air, garam NaCl, dan urea sehingga akan terbentuk urine yang sebenarnya (Alwiyah *et al.*, 2024).

2.1.3 Fungsi Ginjal

Adapun fungsi yang lain menurut (Alwiyah *et al.*, 2024) diantaranya:

1. Mengatur keseimbangan osmotik dan mempertahankan keseimbangan ion dalam plasma (keseimbangan elektrolit). Terutama pada Natrium (Na) dan Klorida (Cl). Apabila terjadi pemasukan atau pengeluaran yang tidak normal ion-ion (garam) bisa disebabkan karena adanya penyakit perdarahan (diare, muntah).
2. Mengatur keseimbangan asam basa cairan dalam tubuh. Hal ini bergantung pada makanan yang dimakan. Campuran dari makanan yang mengandung karbohidrat atau lemak tinggi dapat memperoleh hasil urin yang bersifat asam dan hasil akhir dari metabolisme protein.
3. Mengatur metabolisme di dalam tubuh dan fungsi hormonal. Hormon renin merupakan eksresi dari ginjal yang berfungsi untuk mengatur tekanan darah dan membentuk eritropoiesis sehingga dapat membantu proses pembentukan sel darah merah.

2.2 Gagal Ginjal Kronik

2.2.1 Pengertian Gagal Ginjal Kronik

Gagal Ginjal Kronik (GGK) merupakan gangguan fungsi ginjal yang progresif dan tidak dapat pulih kembali, dimana tubuh tidak mampu memelihara metabolisme

dan gagal memelihara keseimbangan cairan dan elektrolit yang berakibat pada peningkatan ureum (Lismayanur, 2021). Gagal ginjal kronik didefinisikan sebagai kerusakan ginjal berupa kelainan struktural atau fungsional dengan penurunan laju filtrasi glomerulus (LFG) $<60 \text{ ml/menit/1,73 m}^2$ selama 3 bulan (Saragih *et al.*, 2024).

Gagal ginjal kronik merupakan salah satu penyakit tidak menular, dimana proses perjalanan penyakitnya membutuhkan waktu yang lama sehingga terjadi penurunan fungsi dan tidak dapat kembali ke kondisi semula. Nefron yang telah mengalami kerusakan tidak dapat kembali berfungsi normal. (Beno *et al.*, 2022).

2.2.2 Etiologi Gagal Ginjal Kronik

Kerusakan ginjal dapat disebabkan oleh penyakit prerenal, renal dan post renal. Penderita penyakit seperti diabetes melitus (kencing manis), glomerulonefritis (infeksi pada glomeruli), penyakit sistem kekebalan tubuh (nefritis lupus), hipertensi (tekanan darah tinggi), penyakit ginjal bawaan (penyakit ginjal hereditas), batu ginjal, keracunan, kerusakan ginjal, cacat lahir dan kanker ganas dapat menyebabkan kerusakan ginjal (Siregar, 2020).

Faktor risiko terjadinya gagal ginjal kronik adalah riwayat keluarga dengan penyakit ginjal, hipertensi, diabetes, penyakit autoimun, usia lanjut, stadium akhir, acute kidney disease, dan kerusakan struktur ginjal baik ada LFG yang normal atau meningkat. Dari data yang dikumpulkan oleh Indonesia Renal Registry (IRR) pada tahun 2007-2008 didapatkan urutan etiologi terbanyak gagal ginjal kronis adalah glomerulonefritis (25%), diabetes mellitus (23%), hipertensi (20%), dan ginjal polikistik (10%) (Meidyawati, 2023).

a. Glomerulonefritis

Berdasarkan sumber terjadinya kelainan, glomerulonefritis dibedakan primer dan sekunder. Glomerulonefritis primer apabila penyakit dasarnya berasal dari ginjal sendiri sedangkan glomerulonefritis sekunder apabila kelainan ginjal terjadi akibat penyakit sistemik seperti diabetes melitus, lupus eritematosus sistemik (LES), mieloma multiple atau amiloidosis.

b. Diabetes melitus

Diabetes melitus merupakan gangguan proses metabolisme gula darah yang berlangsung kronik ditandai dengan tingginya kadar gula darah yang diakibatkan oleh gangguan pengeluaran insulin, resistensi insulin atau keduanya.

c. Hipertensi

Hipertensi adalah tekanan darah sistolik > 140 mmHg dan tekanan darah diastolik > 90 mmHg, atau bila pasien memakai obat antihipertensi.

d. Ginjal polikistik

Pada keadaan ini dapat ditemukan kista-kista yang tersebar di kedua ginjal, baik di korteks maupun di medula. Selain oleh karena kelainan genetik, kista dapat disebabkan oleh berbagai keadaan atau penyakit. Jadi ginjal polikistik merupakan kelainan genetik yang paling sering didapatkan.

2.2.3 Patofisiologi Gagal Ginjal Kronik

Patofisiologi penyakit gagal ginjal kronik bermula dari menurunnya fungsi ginjal. Selama stadium ini kreatinin serum dan kadar urea serum masih normal dan pasien asimtomatik. Perkembangan selanjutnya yaitu insufisiensi ginjal, bila lebih dari 75% jaringan yang berfungsi telah rusak dan GFR 25% dari normal. Pada tahap ini kadar urea serum meningkat di atas batas normal. Stadium akhir gagal ginjal kronik disebut penyakit ginjal stadium akhir/ESRD (End Stage Renal Disease) atau uremia. ESRD terjadi bila lebih dari 90% massa nefron telah hancur atau sekitar 20.000 nefron yang masih utuh (Rahmawati, 2018).

2.2.4 Klasifikasi Gagal Ginjal Kronik

Langkah lanjutan ketika diagnosa gagal ginjal kronis telah ditegakkan yakni dengan menentukan stadium berdasarkan glomerular filtration rate (GFR) yang mengintegrasikan albuminuria sebagai penentu keparahan penyakit.

Tabel 2.1 Klasifikasi dan Keterangan Berdasarkan GFR

Stage	GFR	Keterangan
Stage 1	90 ml/menit/ 1,73 m ²	Terjadinya kerusakan ginjal dengan GFR normal atau meningkat, asimtomatik, kreatinin normal
Stage 2	60-89 ml/menit/ 1,73 m ²	Penurunan GFR ringan, asimtomatik, kemungkinan terjadi hipertensi
Stage 3	30-59 ml/menit/ 1,73 m ²	Penurunan GFR sedang, hipertensi telah terjadi, kemungkinan anemia dan malnutrisi, kenaikan ringan kadar BUN dan serum kreatinin
Stage 4	15-29 ml/menit/ 1,73 m ²	Penurunan GFR berat, terjadi hipertensi, anemia, malnutrisi, perubahan metabolisme tulang, edema, asidosis metabolik, hiperkalsemia, kemungkinan terjadi uremia, azotemia dengan peningkatan kadar BUN dan serum kreatinin
Stage 5	<15 ml/menit/ 1,73 m ²	Stadium akhir dengan azotemia dan uremia jelas telah terjadi. Dialisa atau transplantasi ginjal perlu dilakukan.

2.2.5 Gejala Gagal Ginjal Kronik

Menurut (Arifin Noor *et al.*, 2023), terdapat beberapa tanda gejala pada gagal ginjal kronik diantaranya:

1. Kardiovaskuler

Terdapat tanda gejala yang muncul yaitu seringnya terjadi hipertensi, artmia, perkarditis uremik, efusi perikardial (mungkin dengan tamponade jantung, gagal jantung, edema periorbital, dan edema perifer), dan kondisi lain sering terjadi.

2. Integumen

Ditandai dengan adanya scalp, kering, kekuning-kuningan, dan tampak pucat. Selain itu, juga menunjukkan adanya purpura, ekimosis, petechiae, dan tertimbunnya urea pada kulit.

3. Gastrointestinal

Terdapatnya kondisi stomatitis, ulserasi, dan pendarahan gusi, di antara kondisi lainnya, terdapat peradangan dan ulserasi pada mukosa. Parotitis, esofagitis, gastritis, ulserasi duodenum, lesi pada usus besar dan usus halus, dan pankreatitis

4. Neurologi

Terdapat neuropati perifer dan gatal nyeri pada lengan dan kaki. Selain itu juga terdapat kram pada permukaan dan refleksi kedutan pada mata, serta daya ingat mengalami penurunan, apatis, rasa kantuk berlebih, mudah tersinggung, nyeri kepala, koma, dan kejang.

5. Muskuloskeletal

Nyeri pada tulang dan sendi, demineralisasi tulang, patah tulang patologis, dan kalsifikasi (otak, mata, gusi, sendi, miokard).

2.2.6 Penatalaksanaan Gagal Ginjal Kronik

Pengobatan Penyakit gagal ginjal kronik dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu tindakan konservatif, tindakan terapi simtomatik dan terapi pengganti ginjal.

1. Pengobatan Konservatif, ditujukan untuk meredakan atau memperlambat perburukan progresif gangguan fungsi ginjal secara progresif, meringankan keluhan-keluhan akibat akumulasi toksin azotemia, memperbaiki metabolisme secara optimal dan memelihara keseimbangan cairan dan elektrolit. Terapi konservatif terbagi menjadi:

- a. Optimalisasi dan mempertahankan keseimbangan cairan dan garam. Biasanya diusahakan hingga tekanan vena jugularis sedikit meningkat dan terdapat edema betis ringan. Diperlukan untuk mencegah kelebihan cairan.
- b. Diet tinggi kalori dan rendah protein.

Diet rendah protein (30-40g/hari) dan tinggi kalori menghilangkan anoreksia dan mual dari uremia, menyebabkan penurunan ureum dan perbaikan gejala, serta menghindari masukan berlebih dari kalium dan garam.

2. Program terapi dialysis dan obat-obatan simptomatik
 - a. Kelainan Neuromuskular dapat dilakukan yaitu terapi hemodialisa reguler yang adekuat, medikamentosa atau operasi subtotal paratidektomi.
 - b. Hipertensi bila tidak terkontrol dapat terakselerasi dengan hasil penyakit jantung kiri diperlukan diuretik loop selain obat antihipertensi.
3. Terapi Pengganti Ginjal

Terapi pengganti ginjal dilakukan oleh penyakit gagal ginjal kronik stadium 5 yaitu pada Glomerular filtration rate (GFR) kurang dari 15 ml/menit, terapi tersebut dapat berupa hemodialisa, dialisis peritoneal dan transplansi ginjal (Lubis, 2022).

2.3 Hemodialisa

2.3.1 Pengertian Hemodialisa

Hemodialisa atau hemodialisis berasal dari kata hemo yang berarti (darah) dan dialisa yang artinya (memisahkan atau filtrasi). Hemodialisis adalah proses pembersihan darah dengan mengumpulkan limbah. Pada penderita gagal ginjal kronik, hemodialisis dapat mencegah kematian. Hemodialisis tidak dapat menyembuhkan atau memulihkan penyakit ginjal, juga tidak dapat mengkompensasi hilangnya metabolisme ginjal atau aktivitas endokrin, dan dampak gagal ginjal serta pengobatannya terhadap kualitas hidup (Cahyani *et al.*, 2022). Sementara menurut Pernefri (2022), Hemodialisis adalah proses pembersihan darah dari sisa-sisa metabolisme melalui mesin cuci darah di luar tubuh.

Jadi dapat disimpulkan bahwa hemodialisa adalah suatu proses pembersihan darah dari sisa-sisa metabolisme yang melibatkan mengalirkan darah keluar dari tubuh dengan proses filtrasi melewati membran semi-permeabel untuk membuang sisa metabolisme, toksin, dan kelebihan cairan pada pasien gagal ginjal kronik.

2.3.2 Prinsip Hemodialisa

Seperti halnya ginjal, kerja hemodialisa didasarkan ada tiga prinsip yaitu: Difusi, osmosis dan ultrafiltrasi (Lubis, 2022).

1. Proses Difusi adalah proses perpindahan zat karena perbedaan kadar dalam darah, yang sebagian besar dialirkan melalui difusi.

2. Proses osmosis adalah proses perpindahan air akibat adanya perbedaan energi kimia yaitu osmolaritas antara dialisat dan dialisis.
3. Proses ultrafiltrasi adalah proses perpindahan zat dan air akibat perbedaan hidrostatik antara darah dan dialisis. Luas permukaan membran dan kapasitas filter membran mempengaruhi jumlah zat dan air.

2.3.3 Indikasi Hemodialisa

Menurut (Syukur *et al.*, 2023), indikasi utama hemodialisis adalah gagal ginjal tahap akhir (end-stage renal disease/ESRD) dengan manifestasi klinis tertentu :

1. Uremia

Uremia adalah kondisi meningkatnya sisa metabolisme nitrogen dalam darah akibat gangguan ekskresi oleh ginjal. Gejala uremia seperti mual, muntah, anoreksia, kebingungan mental, dan koma merupakan indikasi untuk dilakukan hemodialisis.

2. Overload cairan (kelebihan cairan)

Pada gagal ginjal tahap akhir, ginjal tidak dapat mengekskresikan kelebihan cairan yang dapat menyebabkan edema paru, hipertensi, dan gagal jantung kongestif. Hemodialisis diindikasikan untuk mengeluarkan kelebihan cairan ini.

3. Hiperkalemia

Hiperkalemia adalah kadar kalium/plasma serum yang melebihi batas atas rentang normal, yaitu $\leq 5,5$ mEq/L.

4. Peningkatan kadar kalium dalam darah (hiperkalemia) akibat ekskresi kalium yang terganggu dapat menyebabkan aritmia jantung yang mengancam jiwa. Hemodialisis diperlukan untuk menurunkan kadar kalium.

5. Asidosis Metabolik

Penurunan fungsi ginjal menyebabkan penumpukan asam dan penurunan kadar bikarbonat yang dapat menyebabkan asidosis metabolik berat. Hemodialisis membantu mengoreksi gangguan asam-basa ini.

2.3.4 Komplikasi Hemodialisa

Komplikasi yang dapat ditimbulkan dari penyakit gagal ginjal kronis antara lain:

1) Penyakit Tulang

Penurunan kadar kalsium (hipokalsemia) secara langsung akan mengakibatkan dekasifikasi matriks tulang, sehingga tulang akan menjadi rapuh (osteoporosis) dan jika berlangsung lama akan menyebabkan fraktur patologis.

2) Penyakit Kardiovaskuler

Ginjal sebagai kontrol sirkulasi sistemik akan berdampak secara sistemik berupa hipertensi, kelainan lipid, intoleransi glukosa, dan kelainan hemodinamik (sering terjadi hipertrofi ventrikel kiri).

3) Anemia

Selain berfungsi dalam sirkulasi, ginjal juga berfungsi dalam rangkaian hormonal (endokrin). Sekresi eritopoetin yang mengalami defisiensi di ginjal mengakibatkan penurunan hemoglobin.

4) Disfungsi Seksual

Dengan gangguan sirkulasi pada ginjal, maka libido sering mengalami penurunan dan terjadi impoten pada pria. Pada wanita dapat terjadi hiperprolaktinemia (Widianita, 2023).

2.4 Ureum

2.4.1 Pengertian Ureum

Adanya protein dalam urin, darah dalam urin, dan kenaikan kadar ureum dalam darah adalah gejala yang menunjukkan kerusakan ginjal. Tubuh menghasilkan sisa metabolisme yang disebut ureum. Setelah metabolisme protein berakhir, ginjal mengeluarkan ureum. Meningkatnya morbiditas dapat dikaitkan dengan kadar ureum yang tinggi dalam darah. Salah satu cara untuk mengetahui tingkat fungsi ginjal adalah dengan melihat rasio kadar ureum pada serum (Rshd *et al.*, 2023).

Ureum merupakan hasil terakhir dari metabolisme protein. Ureum berasal dari asam amino yang sudah dipindah amoniannya dalam hati kemudian mencapai ginjal, dalam sehari ekskresi ureum rata-rata 30 gram sehari. Normalnya kadar ureum adalah

20-40 mg tergantung dari jumlah protein yang dikonsumsi dan fungsi hati dalam membentuk ureum (Rshd *et al.*, 2023).

Hati menghasilkan ureum sebagai hasil akhir metabolisme protein dan asam amino. Ini masuk ke dalam darah melalui cairan intraseluler dan ekstraseluler dan kemudian difiltrasi oleh glomerulus dan sebagian di reabsorpsi ketika urin terganggu. Uremia adalah kondisi gagal ginjal yang ditunjukkan oleh kadar ureum plasma yang tinggi. Keadaan ini dapat berbahaya dan memerlukan hemodialisa atau transplantasi ginjal (Rshd *et al.*, 2023).

Senyawa kimia yang disebut ureum berfungsi sebagai tanda fungsi ginjal yang normal. Oleh karena itu, tes ureum sangat penting dilakukan sebelum memulai terapi hemodialisa untuk melihat fungsi ginjal. Selain itu, pemeriksaan ureum juga penting dilakukan setelah terapi hemodialisa untuk mengetahui apakah terapi hemodialisa berhasil mengeluarkan sisa metabolisme tubuh dari darah (Rshd *et al.*, 2023).

2.4.2 Metode Pemeriksaan Kadar Ureum

Pemeriksaan kadar ureum dalam darah merupakan salah satu pemeriksaan rutin yang penting dalam menilai fungsi ginjal serta adekuasi terapi hemodialisis. Ureum merupakan produk akhir metabolisme protein yang dibentuk di hati dan diekskresikan oleh ginjal melalui urin. Beberapa metode laboratorium telah dikembangkan untuk mengukur kadar ureum, antara lain sebagai berikut:

1. Metode enzimatik

Metode enzimatik bekerja melalui dua reaksi berurutan. Pertama, enzim urease memecah molekul urea menjadi amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2). Selanjutnya, amonia yang terbentuk akan bereaksi dengan α -ketoglutarat dan NADH dalam reaksi yang dikatalisis oleh enzim GLDH, menghasilkan glutamat dan NAD. Reaksi ini menyebabkan penurunan konsentrasi NADH, yang dapat diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 340 nm. Karena NADH menyerap cahaya pada panjang gelombang tersebut sedangkan NAD^+ tidak, maka penurunan absorbansi ini berbanding lurus dengan jumlah ureum dalam sampel darah. Metode ini dianggap sangat akurat, spesifik, dan minim interferensi dari senyawa lain, sehingga menjadi standar emas di banyak laboratorium klinis modern.

2. Metode Berthelot

Metode Berthelot memanfaatkan reaksi amonia (hasil pemecahan urea oleh urease) dengan fenol dan hipoklorit untuk menghasilkan senyawa indofenol yang berwarna biru. Intensitas warna ini diukur dengan spektrofotometer dan merefleksikan kadar ureum. Meskipun metode Berthelot sederhana dan murah, kekurangannya adalah kurang spesifik karena amonia juga dapat berasal dari sumber non-urea.

3. Metode Nessler

Metode Nessler menggunakan reaksi antara amonia dan larutan Nessler (kalium merkuri iodida) untuk membentuk warna kuning kecoklatan yang dapat diukur secara fotometrik. Walaupun metode ini cukup sensitif, penggunaannya mulai ditinggalkan karena larutan Nessler mengandung merkuri yang bersifat toksik dan berbahaya bagi lingkungan dan petugas laboratorium.

4. Metode Analisa Otomatis

Metode analisa otomatis (automated analyzer) bekerja berdasarkan prinsip enzimatik atau kolorimetrik. Alat ini mampu memberikan hasil yang cepat, presisi tinggi, dan memungkinkan pengujian dalam jumlah besar secara simultan, sehingga sangat efisien dalam pengelolaan laboratorium klinis modern.

2.4.3 Kadar Ureum Sebelum Menjalani Hemodialisa

Pasien gagal ginjal kronik memiliki kadar ureum tinggi rata-rata diatas 200 mg/dL sebelum dilakukan hemodialisa. Apabila ureum tinggi artinya racun dalam hati juga sangat tinggi, dimana tingginya ureum mengindikasikan adanya masalah di ginjal. Hasil analisis ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa kadar ureum pada pasien gagal ginjal sebelum menjalani hemodialisis didapatkan hasil meningkat 2 kali atau lebih dari kadar normal, dengan rata-rata 133,19 mg/dl. Peningkatan kadar ureum dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis kelamin, usia, indikasi seperti suplement, obat-obatan dan diabetes melitus (N. R. A. Sari & Hadi, 2023).

2.4.4 Kadar Ureum Sesudah Menjalani Hemodialisa

Pada penelitian Mahmood et al (2014) menyatakan sebelum dilakukan hemodialisis sebagian besar kadar ureum 200-300 mg/dL sedangkan sesudah melakukan hemodialisis tingkat kadar ureum berkurang secara signifikan antara 101-

200 mg/dL. Penelitian milik Aljebory, et al., (2019) dalam penelitiannya juga menyatakan terjadinya penurunan yang signifikan kadar ureum setelah menjalani hemodialisis (N. R. A. Sari & Hadi, 2023).

Penelitian lain juga menggambarkan bahwa kadar ureum pasien gagal ginjal mengalami penurunan setelah hemodialisis namun hal ini tidak dapat membuat kadar ureum menjadi normal. Peningkatan kejadian ureum disebabkan karena dehidasi atau asupan tinggi protein, hal ini sering terjadi sehingga terjadi banyak penumpukan cairan dalam tubuhnya, pasien sering mengalami dehidrasi. Terjadinya hidrasi akan menyebabkan ureum dalam darah menjadi pekat (N. R. A. Sari & Hadi, 2023).

Terjadinya penurunan setelah hemodialisis disebabkan proses hemodialisis mengambil zat-zat nitrogen yang toksik dari dalam darah dan mengeluarkan air yang berlebihan. Darah yang penuh toksik dan limbah nitrogen akan dialihkan dari tubuh pasien ke dialiser tempat darah dibersihkan kemudian dikembalikan ke tubuh pasien (N. R. A. Sari & Hadi, 2023).

Penurunan kadar ureum pasien gagal ginjal kronik disebabkan rutinnnya pasien menjalani hemodialisis meski tidak dapat membuat kadar ureum kembali ke titik normal. Efektifitas hemodialisis fungsi ginjal dan pemeriksaan setelah terapi hemodialisis dilakukan untuk mengetahui keberhasilan terapi hemodialisis dalam menggantikan fungsi ginjal untuk membersihkan sisa-sisa hasil metabolisme tubuh yang berada di dalam darah. Pasien mengalami hiperuremik dengan kadar ureum diatas normal dan perlu segera dilakukan cuci darah (N. R. A. Sari & Hadi, 2023).

2.5 Urea Reduction Ratio (URR)

2.5.1 Pengertian Urea Reduction Ratio

Urea Reduction Ratio (URR) adalah parameter kuantitatif yang digunakan untuk mengukur adekuasi hemodialisis, yaitu seberapa efektif proses hemodialisis dalam menghilangkan urea (salah satu limbah metabolik utama) dari darah pasien. URR dihitung dengan membandingkan kadar ureum dalam darah sebelum dan sesudah sesi hemodialisis, lalu dinyatakan dalam bentuk persentase penurunan. URR dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$URR = \frac{\text{Kadar Ureum Sebelum} - \text{Kadar Ureum Sesudah}}{\text{Kadar Ureum Sebelum}} \times 100\%$$

Menurut pedoman KDOQI (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative) nilai $URR \geq 65\%$ dianggap sebagai indikator dialisis yang adekuat (Armezya et al., 2024).

2.5.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Nilai URR

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai URR adalah sebagai berikut:

1. Durasi hemodialisa
Semakin lama waktu dialisis, semakin banyak ureum yang dapat disaring → nilai URR meningkat.
2. Frekuensi hemodialisa
Pasien yang menjalani hemodialisis 3 kali seminggu cenderung memiliki URR yang lebih tinggi dibandingkan yang hanya 2 kali seminggu. Semakin sering hemodialisis dilakukan, semakin stabil kadar ureum dalam darah.
3. Quick Bold (Qb) / Kecepatan aliran darah
Qb tinggi (300–400 mL/menit) → meningkatkan volume darah yang dibersihkan → URR meningkat. Qb rendah menyebabkan urea tidak tersaring secara optimal.
4. Waktu pengambilan sampel pasca dialisis
Jika sampel diambil terlalu cepat (<2 menit) setelah selesai dialisis, nilai URR bisa terlihat lebih tinggi dari seharusnya. Idealnya, sampel diambil 2–5 menit pasca dialisis agar distribusi urea kembali seimbang.

Semua faktor tersebut harus diperhatikan secara holistik untuk memastikan adekuasi hemodialisa yang optimal (Armezya et al., 2024).

2.5.3 Implikasi Klinis dari Nilai URR

URR adalah indikator penting untuk menilai adekuasi hemodialisis, yaitu sejauh mana proses dialisis berhasil mengeluarkan zat toksik (terutama urea) dari tubuh pasien. Nilai URR memiliki dampak langsung terhadap kondisi klinis, kualitas hidup, dan prognosis pasien. Terdapat beberapa implikasi klinis dari nilai URR, antara lain:

- a. Penurunan risiko mortalitas
Studi menunjukkan bahwa pasien dengan $URR \geq 65\%$ memiliki angka harapan hidup lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak adekuat.

b. Menurunnya gejala uremik

Gejala seperti mual, muntah, gatal dan kelelahan berkurang karena toksin berhasil dikeluarkan secara efektif.

c. Stabilitas tekanan darah

Pasien dengan dialisis adekuat cenderung memiliki kontrol tekanan darah yang lebih stabil (Armezya *et al.*, 2024).