

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Gagal Ginjal Kronis

1. Pengertian

Ginjal adalah bagian penting dari tubuh yang bertanggung jawab untuk menyaring darah, mempertahankan keseimbangan cairan dan elektrolit, mengontrol metabolisme, dan mengeluarkan limbah metabolik. Gagal ginjal kronik merupakan kondisi di mana kerusakan struktural atau penurunan fungsi ginjal lebih dari tiga bulan serta berpengaruh pada kesehatan secara keseluruhan. Karena penurunan fungsi ginjal ini, kemampuan organ tersebut untuk menjaga homeostasis tubuh berkurang. Untuk menjaga keseimbangan internal tubuh, pasien dengan gagal ginjal stadium akhir (ESRD) akan membutuhkan terapi pengganti ginjal, misalnya hemodialisis. Ketika sisa fungsi ginjal kurang dari 10% hingga 15%, ini terjadi. Hemodialisis menyaring darah melalui membran semipermeabel untuk mengeluarkan limbah metabolik dan kelebihan cairan. Meskipun prosedur ini dapat memperpanjang umur pasien GJK, hemodialisis juga dapat berdampak pada kondisi metabolik dan klinis pasien, seperti status gizi dan kadar hemoglobin (Sajidah et al., 2021).

2. Penyebab

Gagal ginjal kronik (GJK) merupakan kondisi yang berkembang secara bertahap yang menyebabkan fungsi ginjal menurun hingga tidak dapat melakukan fungsi fisiologisnya, yang memerlukan terapi pengganti seperti hemodialisis. Dalam literatur medis modern, diabetes mellitus dan hipertensi kronis adalah beberapa penyebab utama GJK. Hal ini menyebabkan kerusakan pada glomeruli dan tubulus ginjal, yang mengakibatkan penurunan progresif dalam laju filtrasi glomerulus (GFR). Diabetes kini diakui sebagai penyebab paling umum CKD secara global, meskipun hipertensi merupakan faktor kedua yang paling penting yang berkontribusi pada perkembangan kondisi ini. Kedua kondisi ini seringkali saling berhubungan dan mempercepat kerusakan ginjal melalui mekanisme vaskular dan metabolik yang kompleks, termasuk stres oksidatif dan disfungsi endotel. Pada akhirnya, hal ini mempercepat perkembangan ke tahap akhir gagal ginjal, yang membutuhkan hemodialisis (Kovesdy,

3. Dampak GJK Terhadap Tekanan Darah dan Hemoglobin

Gagal ginjal kronik (GJK) memengaruhi regulasi tekanan darah serta kadar hemoglobin pada pasien, termasuk mereka yang menjalani hemodialisis. Penurunan fungsi ginjal pada GJK menyebabkan retensi natrium dan cairan ekstraseluler serta gangguan pada sistem renin-angiotensin-aldosteron, yang mengakibatkan peningkatan volume plasma serta tekanan darah, yang menyebabkan hipertensi. Ketidakseimbangan ini meningkatkan risiko kerusakan ginjal dan masalah kardiovaskular. Oleh karena itu, pengelolaan dinamika tekanan selama dan setelah hemodialisis, seperti hipertensi intradialitik dan hipotensi pasca dialisis, menjadi masalah klinis yang signifikan dan memerlukan pengawasan khusus untuk mengurangi risiko penyakit jantung yang berbahaya (Pangkey et al., 2024).

Di sisi lain, karena ginjal yang rusak tidak mampu menghasilkan eritropoietin yang cukup, yang merupakan hormon yang dibutuhkan agar dapat merangsang pembentukan sel darah merah, serta kadar hemoglobin yang rendah, anemia adalah komplikasi yang umum pada pasien GJK. Gangguan metabolisme zat besi, peradangan kronis, dan kekurangan nutrisi adalah semua faktor yang sering memperburuk kondisi ini. Anemia pada pasien GJK terkait dengan penurunan kualitas hidup, peningkatan morbiditas, dan sering memerlukan intervensi tambahan seperti suplemen besi, agen stimulasi eritropoiesis, atau transfusi darah untuk meningkatkan kadar hemoglobin (Badura et al., 2024).

B. Hemodialisa

1. Pengertian

ialisis adalah terapi pengganti fungsi ginjal untuk pasien dengan gagal ginjal kronis (GJK) atau penyakit ginjal stadium akhir. Agar dapat melakukan prosedur ini, darah pasien dialirkan melalui ginjal buatan, atau alat dialyzer yang memiliki membrane semi-permeable untuk mengeluarkan cairan berlebih, elektrolit, dan sisa metabolisme. Darah yang sudah dibersihkan kemudian dimasukkan kembali ke dalam tubuh pasien (Kaban et al., 2024).

Hemodialisa adalah metode utama terapi pengganti ginjal (RRT) untuk pasien dengan gagal ginjal kronik (GJK) atau penyakit ginjal stadium akhir (ESRD). Selama hemodialisa, darah pasien dikeluarkan dari tubuhnya melalui akses vaskular ke mesin dialisis yang terdiri dari dialyzer, atau ginjal buatan,

yang memiliki membran semipermeabel. Difusi dan ultrafiltrasi memungkinkan transfer elektrolit yang tidak seimbang, kelebihan cairan, dan sisa metabolisme dari darah ke cairan dialysate. Proses ini membantu tubuh kembali seimbang di dalamnya. Hemodialisa tidak dapat mengembalikan fungsi ginjal yang rusak, tetapi itu mempertahankan homeostasis tubuh dan memperpanjang hidup pasien dengan gangguan fungsi ginjal yang serius, seperti GJK, yang telah mencapai keadaan kritis (Bello et al., 2022).

2. Dampak Hemodialisa Terhadap Asupan dan Metabolisme Zat Gizi

Dialisis mempengaruhi asupan dan metabolisme zat gizi pasien dengan gagal ginjal kronik secara signifikan, baik secara langsung melalui perubahan fisiologis yang dialami pasien dan pembatasan diet yang harus mereka ikuti selama proses dialisis. Pasien yang menjalani hemodialisa sering mengalami asupan energi dan protein yang rendah. Menurut studi observasional dan tinjauan sistematis, penurunan nafsu makan, gejala uremia, perubahan pada sensasi rasa, dan kelelahan setelah dialisis dipengaruhi (Shaaker & Davenport, 2025). Dalam situasi ini, kemungkinan terjadinya protein-energy wasting (PEW) meningkat. PEW adalah kondisi yang ditandai dengan penurunan cadangan protein dan energi tubuh. Ada korelasi antara PEW dan peningkatan morbiditas dan mortalitas pasien yang diobati dengan hemodialisa.

Studi Majlessi 2022 juga memperlihatkan bahwa hemodialisa menyebabkan kehilangan zat gizi tertentu, terutama protein dan asam amino dalam jumlah kecil, serta vitamin larut air misalnya vitamin B kompleks serta vitamin C. Kebutuhan nutrisi meningkat sebagai akibat dari kehilangan zat gizi ini, yang seringkali tidak diimbangi dengan peningkatan asupan (Majlessi et al., 2022). Selain itu, pasien hemodialisa menunjukkan gangguan metabolisme protein dengan peningkatan katabolisme dan resistensi anabolik, yang menyebabkan sarkopenia dan penurunan massa otot.

Menurut penelitian Ouirdani 2024, metabolisme mikronutrien dipengaruhi oleh hemodialisa. Ini termasuk ketidakseimbangan kalsium-fosfor, kekurangan zinc, selenium, zat besi, dan vitamin D. Diet yang ketat yang

bertujuan untuk mengontrol elektrolit dan cairan seringkali membatasi pilihan makanan. Akibatnya, ada peningkatan kemungkinan kekurangan mikronutrien penting (Ouirani et al., 2024). Karena gangguan ini, fungsi kekebalan tubuh, kesehatan tulang, dan kemampuan fungsional pasien dapat terganggu. Menurut penelitian intervensi, edukasi gizi dan suplementasi nutrisi intradialitik dapat memperbaiki beberapa metrik status gizi, seperti asupan protein, kekuatan otot, dan kadar albumin serum. Namun, hasil dapat berbeda dari individu ke individu (Gharib et al., 2023).

C. Asupan Zat Gizi Mikro

Tubuh membutuhkan banyak nutrien mikro untuk melakukan berbagai fungsi fisiologis, termasuk menjaga keseimbangan cairan, metabolisme energi, dan pembentukan sel darah merah. Asupan natrium dan zat besi adalah subjek utama penelitian ini. Meskipun natrium membantu mengatur tekanan darah serta mempertahankan keseimbangan cairan maupun elektrolit, konsumsi berlebihan mampu menyebabkan retensi cairan, peningkatan volume darah, dan pada akhirnya meningkatkan risiko hipertensi dan penyakit jantung. World Health Organization menyarankan untuk membatasi jumlah natrium yang dikonsumsi setiap hari menjadi kurang dari 2.000 mg.

Namun, anemia defisiensi besi, akibat kekurangan zat besi, mampu mengakibatkan penurunan kapasitas kerja, gangguan fungsi kognitif, serta penurunan daya tahan tubuh. Satu dari beberapa mineral yang sangat penting untuk pembentukan hemoglobin dan transportasi oksigen ke seluruh tubuh adalah zat besi. Oleh karena itu, mengontrol asupan natrium dan memenuhi kebutuhan zat besi dengan pola makan seimbang sangat penting untuk menjaga stabilitas tekanan darah dan status hematologis (Espinosa-Salas & Gonzalez-Arias, 2023). Hal tersebut khususnya berlaku untuk orang yang menderita diabetes tipe 2 dan hipertensi (Espinosa-Salas & Gonzalez-Arias, 2023).

D. Tekanan Darah

Satu dari beberapa parameter fisiologis yang sangat penting agar dapat menilai kondisi kesehatan sistem kardiovaskular manusia adalah tekanan darah, atau tekanan darah. Tekan darah terhadap dinding pembuluh arteri ketika darah dipompa ke semua tubuh menghasilkan tekanan darah. Tekanan darah, atau tekanan sistolik maksimum ketika jantung berkontraksi, serta tekanan diastolik, yang merupakan tekanan darah minimum ketika jantung berelaksasi di antara kedua kontraksi, ditunjukkan dalam nilai tekanan darah. Tekanan darah diwakili sebagai rasio antara tekanan sistolik dan tekanan diastolik, misalnya 120/80 mmHg, dan diukur dalam milimeter air raksa (mmHg) (Townsend, 2025).

Dalam kajian klinis, peningkatan terus-menerus tekanan darah arteri di atas nilai normal dikaitkan dengan risiko penyakit tidak menular misalnya penyakit jantung, stroke, hipertensi, serta komplikasi ginjal kronik. Curah jantung, resistensi vaskular sistemik, dan faktor fisiologis lainnya yang memengaruhi sirkulasi darah ditunjukkan oleh nilai tekanan darah sistolik dan diastoliknya. Akibatnya, tekanan darah sering digunakan sebagai alat penting untuk skrining kesehatan umum (Townsend, 2025).

E. Kadar Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) merupakan protein kompleks yang memiliki kandungan besi yang terutama ditemukan di dalam sel darah merah (eritrosit) dan berperan menjadi pengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh serta membantu mengangkut sebagian karbon dioksida kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan. Hb juga memiliki struktur kuarternner yang terdiri dari empat subunit globin yang masing-masing mengandung satu gugus heme yang berikatan dengan ion besi (Fe), sehingga setiap molekul hemoglobin mampu mengikat hingga empat molekul oksigen serta meningkatkan kapasitas darah untuk membawa oksigen secara efisien. elain memainkan peran penting dalam proses respirasi seluler dan menjaga homeostasis oksigen dalam tubuh manusia, hemoglobin juga merupakan indikator penting untuk mengetahui status hematologis individu (metalloprotein yang mengangkut oksigen dalam eritrosit). Kadar hemoglobin yang rendah dapat

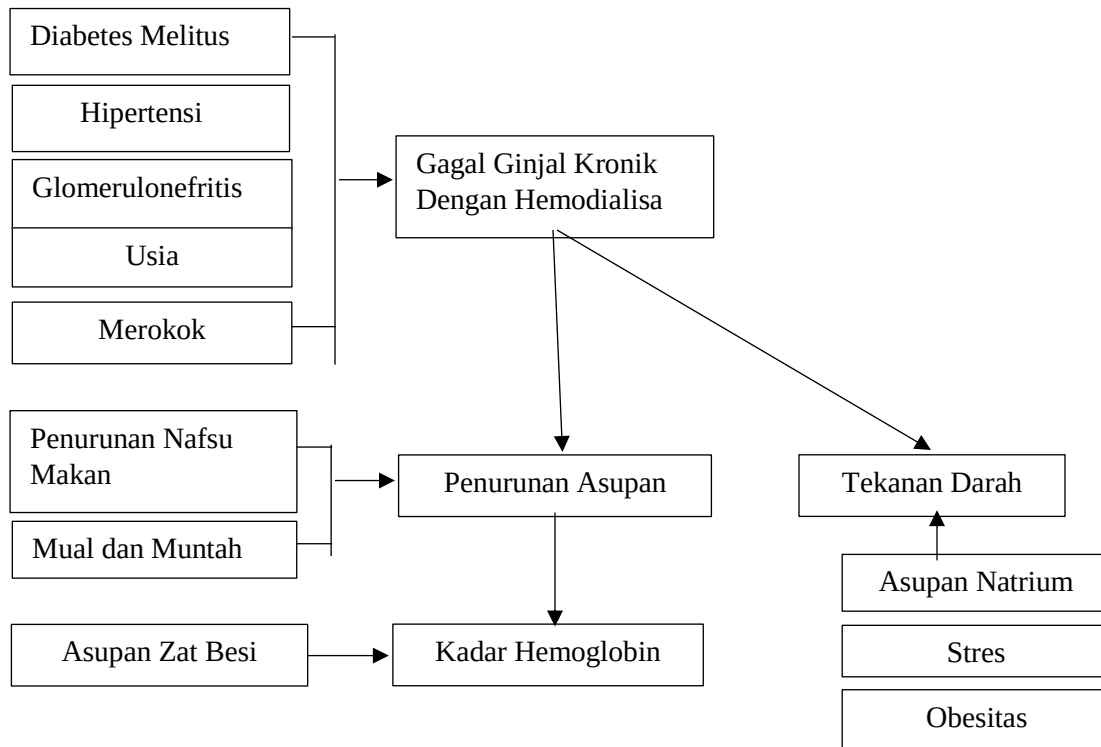
memperlihatkan kondisi anemia, yang berdampak pada kemampuan tubuh untuk mengangkut oksigen ke jaringan, yang berpengaruh pada kesehatan serta kualitas hidup seseorang (Saragih *et al.*, 2024).

F. Hubungan Asupan Mikronutrien dengan Tekanan Darah dan Hemoglobin

Tekanan darah dan kadar hemoglobin pasien dengan penyakit gagal ginjal kronik (GGK) yang menjalani hemodialisa sangat dipengaruhi oleh asupan mikronutrien mereka. Berkontribusi pada regulasi tekanan darah, mikronutrien elektrolit seperti kalium dan magnesium membantu keseimbangan cairan, fungsi endotel, dan tonus vaskular. Kelebihan volume cairan dan masalah ekskresi ginjal juga dapat menyebabkan hipertensi menjadi lebih parah (KDIGO, 2021). Magnesium juga dikaitkan dengan penurunan tekanan darah pada pasien dengan penyakit ginjal kronik karena membantu merelaksasi otot polos pembuluh darah (Correa *et al.*, 2021).

Vitamin D berfungsi untuk mengontrol tekanan darah melalui pengaruhnya terhadap sistem renin angiotensin aldosteron dan fungsi vaskular. Kekurangan vitamin D dikaitkan dengan risiko hipertensi pada pasien GGK. Status mikronutrien juga terkait dengan kadar hemoglobin dan berdampak pada tekanan darah. Ini disebabkan oleh penurunan produksi eritropoietin dan kekurangan mikronutrien hematopoetik, yang menyebabkan anemia (Sembajwe *et al.*, 2023). Pasien hemodialisa yang mengonsumsi GGK mungkin mengalami tekanan darah yang rendah dan kadar hemoglobin yang rendah sebagai akibat dari ketidakseimbangan asupan mikronutrien. Ini karena dalam beberapa penelitian, ditemukan bahwa asupan zat besi dan asam folat yang tidak cukup dikaitkan dengan kadar hemoglobin yang rendah pada pasien hemodialisa, yang menyebabkan anemia yang lebih parah (Hendardi *et al.*, 2024).

G. Kerangka Teori



Gagal ginjal kronik (GGK) adalah keadaan di mana fungsi ginjal secara bertahap menurun dan tidak dapat diperbaiki. Akibatnya, hemodialisis digunakan sebagai pengganti ginjal ketika kondisi menjadi lebih parah. Gagal ginjal kronik dipengaruhi oleh sejumlah faktor risiko, termasuk faktor individu dan penyakit. Dalam hal ini gagal ginjal jangka panjang akibat hemodialisis disebabkan oleh diabetes tipe II, hipertensi, glomerulonefritis, usia, dan kebiasaan merokok.

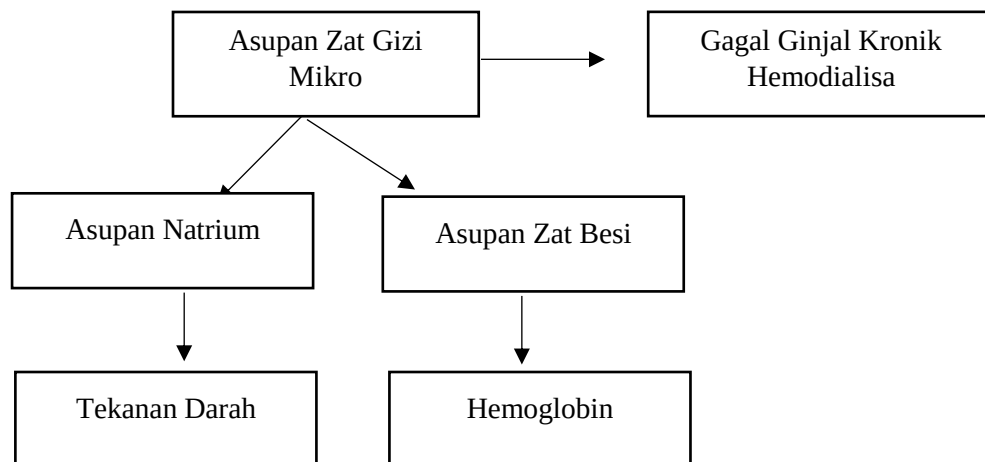
Berbagai masalah klinis dan masalah gizi sering muncul pada pasien gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisis. Penurunan nafsu makan, keluhan mual dan muntah, serta efek samping hemodialisis dapat menyebabkan penurunan asupan makanan pasien. Anemia dapat disebabkan oleh status gizi yang lebih buruk dan penurunan asupan zat gizi yang berlangsung lama.

Beberapa faktor memengaruhi kadar hemoglobin pada pasien gagal ginjal kronik, salah satunya adalah asupan zat besi. Penurunan kadar hemoglobin disebabkan

oleh asupan zat besi yang tidak adekuat dan gangguan produksi eritropoietin akibat kerusakan ginjal. Penurunan dan rendahnya asupan zat besi berkontribusi pada anemia pada pasien gagal ginjal kronik yang disertai hemodialisis.

Selain itu, hubungan ginjal dan hemodialisis terkait dengan tekanan darah, yang berdampak pada kadar hemoglobin dan status gizi. Tekanan darah pasien dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut: termasuk stres, obesitas, dan asupan natrium yang berlebihan. Asupan natrium yang berlebihan dapat menyebabkan retensi cairan, yang pada gilirannya meningkatkan tekanan darah. Faktor psikologis seperti stres dan obesitas juga meningkatkan risiko hipertensi pada pasien gagal ginjal kronik.

H. Kerangka Konsep



Asupan zat gizi mikro sangat penting untuk menjaga keseimbangan fisiologis tubuh, terutama pada orang yang mengalami gangguan fungsi ginjal. Dalam kasus gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisis, kemampuan ginjal untuk mengontrol keseimbangan elektrolit, cairan, dan produksi sel darah merah menurun, yang berarti kebutuhan dan pemanfaatan zat gizi mikro menurun.

Asupan natrium berhubungan dengan pengaturan tekanan darah karena membantu mempertahankan volume cairan ekstraseluler dan tekanan osmotik. Jika fungsi ginjal menurun, ekskresi natrium berkurang, sehingga kelebihan asupan natrium dapat menyebabkan retensi cairan, peningkatan volume darah, dan tekanan

darah yang lebih tinggi. Akibatnya, asupan natrium yang tidak terkontrol dapat berdampak pada tekanan darah pasien gagal ginjal kronik yang menjalani obat antihipertensi.

Proses pembuatan hemoglobin, yang bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh, bergantung pada zat besi. Kadar hemoglobin turun sebagai akibat dari berbagai faktor, termasuk gagal ginjal kronik yang mengganggu produksi eritropoietin, kehilangan darah selama proses hemodialisis, dan penurunan asupan dan absorpsi zat besi yang tidak mencukupi. Akibatnya, hubungan antara kadar hemoglobin pasien yang menjalani hemodialisis dan asupan zat besi yang rendah.