

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penyakit Gagal Ginjal Kronik

a. Definisi

Gagal ginjal kronis (GGK) merupakan suatu keadaan ketika terjadi penurunan fungsi ginjal akibat kerusakan yang berlangsung secara menetap, sehingga ginjal tidak mampu menjalankan proses penyaringan darah secara optimal. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan ginjal dalam membuang berbagai zat sisa metabolisme mengalami penurunan. Akibatnya, zat-zat sisa dapat terakumulasi di dalam darah dan berpotensi menimbulkan berbagai gangguan kesehatan. Selain memengaruhi fungsi ekskresi, GGK juga dapat menyebabkan gangguan dalam pengaturan metabolisme lemak, termasuk kadar trigliserida dan kolesterol. Perubahan metabolisme lipid tersebut berkaitan dengan menurunnya aktivitas enzim lipoprotein lipase serta adanya gangguan pada reseptor lipoprotein yang dapat memengaruhi proses pengambilan lipoprotein oleh jaringan (Wibawanto dkk., 2018).

Ginjal memiliki berbagai peranan penting dalam mempertahankan keseimbangan kondisi internal tubuh. Organ ini berfungsi menyeimbangkan antara cairan dan elektrolit, menyeimbangkan asam basa serta membantu mengeluarkan kelebihan cairan serta produk sisa metabolisme dari tubuh.

Berdasarkan perjalanan penyakitnya, gangguan fungsi ginjal dapat dibedakan menjadi kondisi akut dan kronis. Pada GJK, penurunan fungsi ginjal yang berlangsung terus-menerus menyebabkan bagian dari tubuh mengalami kesulitan untuk mempertahankan terjalannya metabolisme tubuh serta secara optimal. Salahsatu pengobatan yang dapat diberikan pada pasien dengan penurunan fungsi ginjal berat adalah Hemodialisis, yang berfungsi untuk menggantikan sebagian fungsi ginjal, seperti membersihkan darah dari limbah metabolik dan menjaga keseimbangan cairan tubuh (Irawati dkk., 2023).

b. Etiologi

Penyebab terbanyak Gagal Ginjal Kronis (GJK) adalah hipertensi (64%), diikuti oleh nefropati diabetik (27%). Hipertensi menjadi penyebab utama karena tekanan darah yang tidak bisa dikontrol bisa menyebabkan kerusakan glomerulus ginjal secara bertahap akibat peningkatan tekanan intraglomerlar, sehingga mengganggu struktur dan fungsi ginjal. Sementara itu, nefropati diabetik muncul sebagai komplikasi jangka panjang dari diabetes melitus, di mana kadar glukosa darah tinggi memicu glikosilasi protein dan kerusakan pembuluh darah kecil pada ginjal (Pralisa dkk., 2021).

Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan kerusakan ginjal secara bertahap melalui proses inflamasi, tekanan balik urin (back pressure), atau kerusakan jaringan ginjal secara langsung. Dengan meningkatnya prevalensi hipertensi dan diabetes di Indonesia, risiko

terjadinya GJK juga semakin tinggi. Oleh karena itu, pengendalian tekanan darah dan kadar gula darah, serta deteksi dini faktor risiko lainnya, sangat penting untuk mencegah progresivitas penyakit ginjal kronis (Pralisa dkk., 2021).

c. Faktor Risiko

Penentuan pasien berisiko gagal ginjal kronis berdasarkan riwayat medis, tindakan bedah, penyakit penyerta, serta faktor nutrisi, sosial, demografi, dan budaya. Populasi berada pada tingkat yang tinggi, berisiko dengan subjek:

- a) Diabetes
- b) Hipertensi
- c) Obesitas
- d) Riwayat penyakit Ginjal dalam keluarga
- e) Minuman dan merokok

Penyakit ginjal kronis harus ditangani dengan segera untuk menghentikannya dan mencegah gagal ginjal yang fatal. Pasien yang didiagnosis dengan penyakit ginjal kronis stadium V berada di rentang usia 46 hingga 65 tahun; ini adalah usia di mana proses degeneratif yang secara alami. Disisi lain, hipertensi yang tidak terkontrol berkontribusi mempercepat kerusakan glomerulus, sementara nefropati diabetik hiperglikemia yang menimbulkan kerusakan mikrovaskular ginjal. Faktor hormonal juga berperan, di mana perempuan pascamenopause memiliki risiko lebih tinggi mengalami hipertensi dan diabetes, sehingga

lebih rentan terhadap kerusakan ginjal. Kombinasi dari faktor-faktor tersebut memperbesar kemungkinan seseorang mengalami gagal ginjal kronis stadium lanjut (Lilia dan Supadmi, 2020).

d. Patofisiologi

Ginjal Ginjal memiliki kemampuan untuk beradaptasi terhadap berkurangnya jumlah nefron. Nefron yang tersisa dapat mengalami pembesaran dan meningkatkan aktivitasnya dalam filtrasi, reabsorpsi, serta sekresi. Mekanisme adaptasi tersebut memungkinkan ginjal tetap mengatur keseimbangan air dan zat terlarut meskipun terjadi penurunan GFR. Namun, proses kerusakan yang berlangsung secara bertahap, seperti sklerosis glomerulus dan fibrosis tubulointerstisial, dapat berkontribusi terhadap perkembangan penyakit ginjal hingga tahap akhir (Noor *et.al* 2023).

Pada fase awal penyakit ginjal kronik, fungsi ginjal mulai mengalami penurunan walaupun kemampuan filtrasi glomerulus masih berada pada kondisi normal atau meningkat. Meningkatnya kadar urea dan kreatinin dalam darah menunjukkan bahwa fungsi nefron secara bertahap menurun seiring perkembangan penyakit. Pasien umumnya belum menunjukkan gejala ketika LFG masih sekitar 60%, meskipun kadar urea dan kreatinin mulai meningkat hingga LFG mencapai sekitar 30%.

Produk limbah metabolik, yang seharusnya diekskresikan melalui urin, menumpuk dalam darah karena fungsi ginjal menurun. Sindrom

uremik adalah kondisi yang dapat mempengaruhi banyak sistem tubuh. Komplikasi seperti ketidakseimbangan cairan dan elektrolit dapat menjadi lebih parah dengan penumpukan produk limbah yang lebih besar. Jika laju filtrasi glomerulus (GFR) turun di bawah 15%, risiko gejala dan komplikasi meningkat. Akibatnya, terapi penggantian ginjal, seperti cuci darah atau pencangkokan ginjal, diperlukan. Ini adalah indikasi bahwa pasien telah memasuki tahap gagal ginjal (Adolph, 2016)

e. Manifestasi Klinis

Gejala gagal ginjal kronis (Andrew, 2016) yaitu :

- a) Perubahan berkemih, sering ingin berkemih di malam hari
- b) Mual, muntah dan sering merasa capek
- c) Perubahan warna kulit menjadi kuning kusam dan kering
- d) Hormon menurun karena mengalami penurunan libido
- e) Sulit tidur
- f) Pembengkakan pada pergelangan kaki
- g) Nafsu makan menurun

f. Klasifikasi

Menurut *National Kidney Foundation Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (NKF-KDOQI)*

**Tabel 2.1 Klasifikasi Gagal Ginjal Kronik (GGK)
Berdasarkan GFR**

Menurut Kidney Disease: Improving Global Outcomes

Stadium	Nilai GFR (mL/menit/1,73 m ²)	Penjelasan
G1	≥ 90	Fungsi ginjal masih normal, tetapi sudah terdapat tanda kerusakan ginjal.
G2	60–89	Terjadi penurunan fungsi ginjal ringan. Biasanya gejala belum jelas dirasakan.
G3a	45–59	Penurunan fungsi ginjal ringan hingga sedang. Mulai muncul gangguan kesehatan tertentu.
G3b	30–44	Fungsi ginjal menurun sedang hingga berat dan komplikasi lebih sering terjadi.
G4	15–29	Penurunan fungsi ginjal berat. Pasien mulai dipersiapkan untuk terapi pengganti ginjal seperti hemodialisis.
G5	< 15	Fungsi ginjal sangat rendah atau gagal ginjal tahap akhir sehingga perlu dialysis atau transplantasi ginjal

B. Gagal Ginjal Kronik dengan Hemodialisa

a. Definisi

Hemodialisis suatu proses perjalanan yang digunakan untuk mensterilkan racun hasil metabolisme dan kelebihan cairan dalam tubuh penderita gagal ginjal kronis. Proses ini dilakukan dengan mengalirkan darah dari tubuh melalui membran semi-permeabel yang berfungsi sebagai ginjal buatan (Adolph, 2016). Menurut Pernefri (2022), hemodialisis adalah proses membersihkan darah dari sisa-sisa metabolisme dengan menggunakan mesin cuci darah yang bekerja di luar tubuh.

Hemodialisa dilakukan dengan mesin (*dialyzer*) yang mengandung membran semi permeabel darah pasien dialirkan melalui mesin dimana darah tersebut dibersihkan. Setelah proses pembersihan darah yang sudah bebas dari racun akan dikembalikan ke dalam tubuh

pasien, setelah air, elektrolit, dan limbah berlebih dikeluarkan (Zahrofi, 2020). Untuk pasien yang ginjalnya sudah tidak mampu berfungsi dengan semestinya, baik mendadak maupun kronis, hemodialisis adalah terapi pengganti. Pasien yang mengalami gangguan ginjal kronik juga bisa mendapat bantuan dengan menggunakan mesin HD yang menggantikan fungsi ginjal.

Dialisis dapat membersihkan sampah dalam tubuh, mengurangi kelebihan cairan, serta membantu menjaga keseimbangan elektrolit dan tingkat asam-basa dalam tubuh agar tetap dalam batas yang bisa ditahan oleh tubuh. Pasien GJK yang menjalani terapi HD diprioritaskan dialisa selama 12 hingga 15 jam setiap minggunya, atau minimal 3 hingga 4 jam lamanya. Hal ini akan dilakukan sepanjang hidupnya (Manurung dkk., 2023).

b. Tujuan Hemodialisa

Hemodialisis bertujuan untuk menyeimbangkan komposisi cairan baik didalam maupun di luar sel. Proses ini dilakukan dengan cara memindahkan zat-zat terlarut dalam darah, seperti urea, ke dalam dialisat, sekaligus mengembalikkan zat-zat dari dialisat, seperti bikarbonat ke dalam aliran darah. Terapi hemodialisis memiliki tujuan utama menggantikan fungsi ekskresi ginjal, yaitu dengan eliminasi sisa-sisa metabolisme tubuh membuang kelebihan cairan, serta menstabilkan keseimbangan hemostatik dalam tubuh. Oleh karena itu, hemodialisis penting dilakukan untuk memperoleh kesejahteraan hidup

yang bagus bagi pasien yang menjalani terapi ini (Siregar, 2020).

Karena hemodialisis dapat menyebabkan kehilangan nutrisi tertentu, terutama protein, kebutuhan protein pasien harus dipantau dengan cermat. Jumlah protein yang disarankan adalah 1,2 gram protein per kilogram berat badan ideal, dengan sebagian berasal dari sumber protein bernilai biologis tinggi. Kehilangan protein selama proses hemodialisis dapat mencapai sekitar 20 g dalam 1 hari. Maka dari itu, untuk mencegah gangguan metabolik dan mengurangi risiko malnutrisi asupan protein yang cukup harus dijaga (Yogyantini dan Wahyunani, 2023).

c. Faktor yang Mempengaruhi Hemodialisa

Ada beberapa faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pasien GSK yang menjalani hemodialisa menurut Sarastika dkk., (2019), yaitu:

- a) Umur
- b) Jenis Kelamin
- c) Riwayat Pendidikan
- d) Penghasilan
- e) Lama hemodialisa
- f) Adekuasi hemodialisa
- g) Dukungan keluarga

C. Asupan Zat Gizi

a. Asupan Energi

a) Pengertian Energi

Dalam penelitian ini, total energi yang dikonsumsi pasien dari makanan dan minuman setiap hari dihitung menggunakan metode ingatan pola makan selama 24 jam, yang dilakukan sebanyak tiga kali untuk menggambarkan pola konsumsi secara lebih akurat pada berbagai waktu (sebelum HD, sesudah HD, dan akhir pekan). Asupan energi tersebut kemudian dibandingkan dengan kebutuhan energi individual pasien berdasarkan berat badan dan kondisi klinisnya, serta dikategorikan adekuat apabila memenuhi 80–120% dari kebutuhan energi harian pasien (Sari dkk., 2017b).

Pemenuhan energi sangat penting pada pasien gagal ginjal kronik dengan hemodialisis karena energi yang cukup mencegah pemecahan protein otot sebagai sumber energi, menjaga keseimbangan nitrogen, serta mengurangi risiko malnutrisi dan penurunan status gizi. Dalam penelitian tersebut ditemukan bahwa rata-rata asupan energi pasien hanya sebesar 1229 ± 406 kkal, menunjukkan bahwa sebagian besar pasien memiliki asupan energi di bawah kebutuhan normal, yang dapat berdampak pada buruknya status gizi dan prognosis klinis pasien gagal ginjal kronis hemodialisa (Sari dkk., 2017).

b) Fungsi Energi

Asupan energi berperan penting dalam mempertahankan status gizi pasien gagal ginjal kronik dengan hemodialisis karena tubuh dapat menggunakan protein dengan baik secara optimal untuk

perbaikan jaringan dan proses fisiologis, bukan sebagai sumber energi. Dengan mencukupi kebutuhan energi, pasien dapat menghindari negative energy balance yang memicu tubuh memecah cadangan protein otot, sehingga membantu menjaga keseimbangan nitrogen, mencegah katabolisme protein berlebihan, dan mengurangi risiko malnutrisi yang berkontribusi pada peningkatan morbiditas dan mortalitas pada pasien dialisis (Sari dkk., 2017).

c) Sumber Energi

Makanan sehari-hari terdiri dari zat gizi makro seperti karbohidrat, lemak, dan protein, yang merupakan sumber energi utama tubuh karena lebih mudah diubah menjadi glukosa dan langsung digunakan dalam proses metabolisme sel sebagai bahan bakar aktivitas tubuh. Lemak berfungsi sebagai sumber energi padat dengan nilai energi paling tinggi (9 kkal/gram) sehingga menjadi cadangan energi tubuh yang disimpan dalam jaringan adiposa. Protein secara prinsip bukan sumber energi utama karena prioritasnya adalah membangun jaringan, dan enzim

- a) Karbohidrat sumber energi cepat & utama,
- b) Lemak sumber energi cadangan & tertinggi secara kalori,
- c) Protein sumber energi sekunder jika sumber utama tidak tersedia.

d) Kecukupan Energi

Kebutuhan Energi menurut jenis kelamin dan usia menurut

AKG adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Kecukupan Protein Menurut AKG

Jenis Kelamin	Kelompok Umur	Angka Kecukupan Energi (gr)
Laki-Laki	13-15 tahun	2.400
	16-18 tahun	2.650
	19-29 tahun	2.650
	30-49 tahun	2.550
	50-64 tahun	2.150
	65-80 tahun	1.800
	80 tahun	1.600
Perempuan	13-15 tahun	2.050
	16-18 tahun	2.100
	19-29 tahun	2.250
	30-49 tahun	2.150
	50-64 tahun	1.800
	65-80 tahun	1.550
	>80 tahun	1.400

Sumber: (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia, 2019).

Matabolisme Energi
Memahami matabolisme asupan energi adalah hal yang krusial dalam Gagal ginjal kronis. Gagal ginjal kronis adalah masalah kesehatan kronis yang prevalensinya terus meningkat, dan nutrisi merupakan salah satu faktor risiko modifikasi yang sangat penting. Komplikasi seperti malnutrisi energi-protein dan sarkopenia sering menyertai penyakit gagal ginjal kronis dan meningkatkan tingkat kematian. Studi ini secara spesifik bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pengeluaran energi pada penyakit gagal ginjal kronis, membahas metode evaluasi pengeluaran energi, dan menguji metode-metode tersebut pada pasien yang menerima atau tidak menerima terapi penggantian ginjal, seperti hemodialisis, dialisis peritoneal, dan

transplantasi ginjal (Şahin dan Acar Tek, 2025).

b. Asupan Protein

a) Pengertian Protein

Jumlah protein yang dikonsumsi seseorang dari makanan selama periode waktu tertentu disebut asupan protein yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan nitrogen, mempertahankan massa otot, memperbaiki jaringan tubuh, serta mendukung fungsi biologis seperti pembentukan enzim dan hormon. Dalam konteks klinis, Konsumsi protein yang berlebihan dapat meningkatkan beban metabolik, terutama pada pasien dengan penyakit ginjal kronik yang menjalani hemodialisis berupa ureum dan kreatinin, sedangkan asupan yang tidak mencukupi dapat mengakibatkan malnutrisi dan penurunan status gizi. Dengan demikian, asupan protein harus diatur berdasarkan kebutuhan fisiologis, status kesehatan, serta kondisi metabolik masing-masing pasien agar fungsi tubuh terpenuhi secara optimal dan tidak menimbulkan gangguan sistemik lebih lanjut (Nofiyanti dkk., 2025).

b) Fungsi Protein

Protein memiliki berbagai fungsi penting dalam tubuh yang berperan dalam mempertahankan proses fisiologis dan struktur organ. Protein berfungsi sebagai zat pembangun (struktur) yang terlibat dalam pembentukan dan perbaikan jaringan tubuh seperti otot, kulit, dan sel-sel tubuh. Selain itu, protein berperan sebagai

pembentuk enzim dan hormon yang mengatur proses biokimia penting dalam metabolisme seluler. Protein juga terlibat dalam sistem kekebalan tubuh sebagai komponen antibodi untuk melawan infeksi.

Di samping itu, protein juga berperan dalam transportasi molekul penting di dalam darah, misalnya hemoglobin yang mengangkut oksigen. Fungsi lainnya termasuk sebagai sumber energi alternatif ketika kebutuhan karbohidrat tidak mencukupi, serta mengatur keseimbangan cairan dan pH dalam tubuh untuk menjaga homeostasis. Dengan demikian, pemenuhan asupan protein yang adekuat sangat penting dalam mendukung fungsi tubuh secara optimal, terutama pada keadaan klinis seperti gagal ginjal kronik yang memerlukan pengaturan nutrisi yang tepat (Yuniarti, 2021).

c) Sumber Protein

Makanan hewani seperti telur, susu, daging, unggas, kerang-kerangan, ikan, dan telur adalah sumber protein yang baik dalam jumlah dan kualitas. Karena menyediakan berbagai asam amino esensial untuk mendukung pertumbuhan, pemeliharaan, dan perbaikan jaringan tubuh, protein hewani memiliki nilai biologis yang tinggi.

Kedelai dan produk olahannya, seperti tahu dan tempe, serta berbagai jenis kacang-kacangan, adalah sumber protein nabati. Selain protein, pangan nabati juga menyediakan serat dan

berbagai zat gizi. Namun, kualitas protein nabati umumnya lebih rendah karena beberapa jenis kacang-kacangan memiliki kandungan metionin yang terbatas dibandingkan protein hewani.

Padi-padian dan produk olahannya juga mengandung protein serta memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap asupan protein harian karena dikonsumsi dalam jumlah banyak. Oleh karena itu, dalam menyusun pola makan, perlu diperhatikan tidak hanya jumlah protein yang dikonsumsi, tetapi juga kualitasnya (Wu, 2016).

d) Kecukupan Protein

Kebutuhan protein menurut jenis kelamin dan usia menurut AKG adalah sebagai berikut

Tabel 2.3 Kecukupan Protein Menurut AKG

Jenis Kelamin	Kelompok Umur	Angka Kecukupan Protein (gr)
Laki-Laki	13-15 tahun	70
	16-18 tahun	75
	19-29 tahun	65
	30-49 tahun	65
	50-64 tahun	65
	65-80 tahun	64
	>80 tahun	64
Perempuan	13-15 tahun	65
	16-18 tahun	65
	19-29 tahun	60
	30-49 tahun	60
	50-64 tahun	60
	65-80 tahun	58
	>80 tahun	58

Sumber: (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia, 2019).

e) Metabolisme Protein

Metabolisme merupakan proses penting dalam tubuh yang melibatkan berbagai modifikasi senyawa kimia biokimia yang

terjadi dalam organisme dan sel. Proses ini mencakup dua mekanisme utama, yaitu sintesis molekul kompleks atau anabolisme, serta pemecahan molekul kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana atau katabolisme. Protein sebagai senyawa organik kompleks tersusun atas sekitar dua puluh jenis asam amino yang saling terikat membentuk struktur tiga dimensi yang khas. Kebutuhan protein manusia dapat dipenuhi melalui berbagai sumber makanan, baik yang berasal dari bahan pangan nabati maupun hewani, dengan karakteristik dan kualitas yang berbeda. Beberapa sumber protein utama antara lain susu, telur, ikan, kerang, udang, ayam, tahu, tempe, serta kacang-kacangan lainnya.

Dalam tubuh, pencernaan protein melibatkan seluruh sistem pencernaan, mulai dari rongga mulut dan kerongkongan, proses pemecahan lebih lanjut oleh enzim pepsin di lambung, hingga penyerapan asam amino di usus halus. Tubuh membutuhkan protein tidak hanya sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai bahan penyusun utama sel, jaringan, enzim, hormon, dan antibodi. Dengan demikian, pemilihan sumber protein yang tepat serta kualitas protein yang dikonsumsi menjadi sangat penting dalam mendukung kesehatan, pertumbuhan, dan fungsi fisiologis tubuh secara keseluruhan (Fitrianto Robby Fajar, 2019).

Tabel 2.4 Tingkat Kecukupan Protein

Kategori	Tingkat kecukupan % kebutuhan
----------	----------------------------------

Defisit berat	< 70 % dari kebutuhan
Defisit sedang	71-80 % dari kebutuhan
Defisit ringan	81-90 % dari kebutuhan
Normal	91-120 % dari kebutuhan
Lebih	>120 % dari kebutuhan

Sumber: (Almatsier, 2002)

c. Asupan Vitamin B6

a) Pengertian Vitamin B6

Vitamin B6 merupakan vitamin esensial yang berfungsi sebagai kofaktor enzimatis dalam berbagai reaksi metabolisme, khususnya yang berhubungan dengan pembentukan komponen darah. Dalam jurnal ini dijelaskan bahwa Vitamin B6 memiliki peran krusial dalam biosintesis heme, yaitu struktur fundamental yang menjadi bagian inti dari hemoglobin. Perannya disebut sebagai *rate-limiting coenzyme*, yang artinya ketersediaan vitamin B6 dapat menjadi faktor pembatas dan penentu keberhasilan proses sintesis heme. Ketika vitamin B6 tidak mencukupi, proses pembentukan hemoglobin akan terganggu, sehingga dapat menyebabkan anemia, termasuk anemia tipe mikrositik, hipokromik, dan sideroblastik. Kondisi ini menegaskan bahwa vitamin B6 secara fungsional merupakan nutrisi kunci yang membantu mengoptimalkan produksi sel darah merah dan mempertahankan kadar hemoglobin dalam batas normal.

Selain itu, jurnal ini juga menyoroti bahwa pada pasien dengan penyakit ginjal kronis terutama yang menjalani hemodialisis risiko kekurangan vitamin B6 dapat meningkat akibat penyerapan

yang berkurang, kehilangan selama proses dialisis, serta rendahnya asupan nutrisi tertentu. Hal ini memperkuat pentingnya pemahaman mengenai peran fundamental vitamin B6 dalam status hematologis sebagai faktor yang berkontribusi pada kesehatan sel darah merah dan pengendalian anemia (Atia dkk., 2025).

b) Fungsi Vitamin B6

Vitamin B6 mempunyai fungsi menurut (Atia dkk., 2025) yaitu

- a. Berperan penting dalam biosintesis heme, yaitu proses pembentukan komponen utama hemoglobin.
- b. Mendukung pencegahan anemia karena berperan dalam pembentukan hb dan sel darah merah
- c. Berperan dalam status hematologis pasien CKD/ESKD, terutama yang menjalani hemodialisis.
- d. Mendukung respons terapi eritropoietin, walaupun dalam hasil studi ini tidak ditemukan korelasi signifikan secara statistik antara kadar Vitamin B6 dan kadar hemoglobin.

c) Sumber Vitamin B6

Vitamin B6 penting bagi metabolisme protein, pembentukan hemoglobin, serta fungsi saraf, sehingga konsumsi bahan makanan yang mengandung vitamin B6 dalam jumlah cukup dapat mendukung status gizi dan kesehatan tubuh secara optimal. Kecukupan Vitamin B6 Kebutuhan vitamin B6 menurut jenis kelamin dan usia menurut AKC adalah sebagai berikut:

Tabel 2.5 Angka Kecukupan Vitamin B6

Jenis Kelamin	Kelompok umur	Angka kecukupan Vitamin B6 (mg)
Laki-laki	16-18 tahun	1,5
	19-29 tahun	1,5
	30-49 tahun	1,5
	50-64 tahun	1,7
	65-80 tahun	1,7
	>80 tahun	1,7
Perempuan	16-18 tahun	1,3
	19-29 tahun	1,3
	30-49 tahun	1,3
	50-64 tahun	1,5
	65-80 tahun	1,5
	>80 tahun	1,5

Sumber : (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia, 2019).

d) Metabolisme Vitamin B6

Vitamin B6 yang dikonsumsi melalui usus halus dan kemudian diubah menjadi bentuk aktifnya, yaitu *pyridoxal-5-phosphate (PLP)* di hati. PLP berperan sebagai koenzim dalam berbagai reaksi biokimia, metabolisme amino serta biosintesis heme sebagai prekursor hemoglobin. Dalam jurnal yang digunakan, disebutkan bahwa pasien CKD, khususnya yang menjalani hemodialisis, berisiko mengalami gangguan metabolisme *piridoksal* serta kehilangan vitamin B6 selama proses dialisis, yang dapat berdampak terhadap status hematologis pasien (Atia dkk., 2025).

e) Kelebihan Mengonsumsi Vitamin B6

Kelebihan konsumsi vitamin B6 umumnya jarang terjadi melalui makanan, tetapi dapat terjadi akibat penggunaan suplemen dalam dosis tinggi dalam jangka panjang. Asupan vitamin B6 yang

berlebihan (biasanya lebih dari 100–200 mg per hari) dapat menyebabkan gangguan neurologis, termasuk nyeri saraf, gangguan sensorik, dan neuropati perifer. Pada pasien yang menjalani hemodialisis, jurnal yang kamu gunakan menunjukkan bahwa beberapa pasien yang menerima suplementasi vitamin B6 memiliki kadar serum vitamin B6 yang sangat tinggi (hingga 149 ng/ml), namun peningkatan kadar tersebut tidak diikuti dengan perbaikan kadar hemoglobin, sehingga tidak menunjukkan manfaat klinis yang signifikan terhadap anemia (Atia dkk., 2025).

d. Asupan Asam Folat

a) Pengertian Asam Folat

Suplementasi asam folat dengan vitamin B6 dan B12 dapat membantu menurunkan kadar homosistein dalam plasma. Asam folat berperan penting dalam membantu mengendalikan kadar homosistein pada pasien dengan gagal ginjal, mulai dari kondisi ringan hingga berat. Asupan asam folat yang tidak mencukupi dapat menghambat proses pematangan sel darah merah muda, sehingga dapat menyebabkan terjadinya anemia (Meriyani dkk., 2018).

b) Fungsi Asam Folat

Pada kondisi tertentu seperti gagal ginjal kronis, kebutuhan asam folat menjadi lebih signifikan karena berhubungan dengan pencegahan anemia dan optimalisasi pembentukan eritrosit (Ebara, 2017).

- a. Mendukung sintesis DNA, yaitu membantu proses pembentukan materi genetik dalam sel.
- b. Berperan dalam pembelahan dan pertumbuhan sel, termasuk produksi sel darah merah.
- c. Mengatur metabolisme homosistein, sehingga membantu mencegah peningkatan homosistein yang berdampak buruk pada kesehatan pembuluh darah.
- d. Mendukung regenerasi jaringan tubuh, termasuk proses pemulihan dan perbaikan sel.

c) Sumber Asam Folat

Sayuran berdaun hijau (seperti bayam dan brokoli), buah-buahan jeruk, kacang-kacangan, telur, dan hati sapi adalah sumber asam folat. Selain itu, makanan yang difortifikasi seperti sereal dan susu juga bisa menjadi sumber, dan suplemen asam folat.

Kecukupan Asam Folat

Kebutuhan Asam folat menurut jenis kelamin dan usia menurut AKG adalah sebagai berikut:

Tabel 2.6 Kecukupan asam folat Menurut AKG

Jenis Kelamin	Kelompok Umur	Angka Kecukupan asam folat (mcg)
Laki-Laki	16-18 tahun	400
	19-29 tahun	400
	30-49 tahun	400
	50-64 tahun	400
	65-80 tahun	400
	>80 tahun	400
Perempuan	16-18 tahun	400
	19-29 tahun	400

	30-49 tahun	400
	50-64 tahun	400
	65-80 tahun	400
	>80 tahun	400

Sumber: (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia, 2019).

d) Metabolisme Asam Folat

Tubuh menggunakan bentuk aktif asam folat, tetrahidrofolat, atau THF, untuk melakukan banyak reaksi metabolisme penting, termasuk sintesis DNA dan RNA serta metabolisme asam amino. THF memberi donor satu unit karbon dengan gugus karbon seperti metil, metilen, metenil, formimino, atau formil. Unit karbon ini disumbangkan dalam proses metabolik untuk sintesis nukleotida (purin dan pirimidin) serta metabolisme asam amino, terutama metionin. Peran ini membuat folat sangat krusial bagi proliferasi sel karena nukleotida adalah blok dasar DNA dan RNA.

Dalam sintesis nukleotida, THF mendonorkan karbon untuk purin adenina dan guanina dan pirimidin, terutama timin (*thymine*). Sedangkan dalam metabolisme metionin, THF membantu konversi homosistein menjadi metionin, yang merupakan prekursor S-adenosil metionin (SAM). SAM ini digunakan dalam banyak reaksi metilasi penting bagi ekspresi gen dan fungsi seluler. Kadar folat serum yang normal berada pada rentang 6–20 ng/mL. Kekurangan folat dapat menyebabkan gangguan pembelahan sel, anemia megaloblastik, gangguan jalur metilasi, dan risiko gangguan perkembangan janin (*neural tube defect*). Oleh karena itu, folat

berperan penting dalam kesehatan seluler dan metabolisme *one-carbon*, yang mendukung sintesis DNA, RNA, dan reaksi metilasi biologis (Athiah dkk., 2022).

e) Kelebihan Mengonsumsi Asam Folat

Kelebihan asam folat pada pasien HD dapat terjadi akibat pemberian suplementasi dosis tinggi yang tidak sesuai dengan kebutuhan aktual tubuh. Pada pasien gagal ginjal kronis, asam folat memang sering diberikan untuk membantu mengatasi anemia dan menunjang pembentukan sel darah merah, namun konsumsi berlebihan justru dapat memberikan efek yang kurang menguntungkan. Asupan berlebih asam folat dapat menutupi gejala defisiensi vitamin B12, yang kemudian menyebabkan gangguan neurologis pada pasien HD. Selain itu, konsentrasi folat yang terlalu tinggi dalam darah dapat mengganggu regulasi normal metabolisme homosistein, yang pada pasien CKD sudah cenderung meningkat akibat gangguan fungsi ginjal. Pada kondisi gagal ginjal kronis, terjadi perubahan metabolisme vitamin B dan zat besi yang memengaruhi status hematologis pasien, sehingga suplementasi harus dilakukan secara terkontrol sesuai kebutuhan (T. F. Putri dan Fauzia, 2022).

e. Asupan Zat Besi

a) Pengertian Zat Besi

Zat besi ialah mineral mikro yang sangat penting dalam berbagai proses biologis di dalam tubuh. Mineral ini berperan sebagai unsur esensial dalam sintesis hemoglobin, produksi energi, serta sebagai komponen berbagai enzim yang bertanggung jawab atas pembentukan adenosin trifosfat (ATP), yang merupakan komponen penting dari proses respirasi seluler. Zat besi juga membantu pertumbuhan, perkembangan kognitif, dan sistem kekebalan tubuh berfungsi dengan baik. Anemia defisiensi zat besi adalah kondisi yang ditandai dengan gejala seperti kelelahan, kelemahan, pucat, dan gangguan konsentrasi.

Berdasarkan sumbernya, zat besi dibagi menjadi dua jenis: zat besi heme, berasal dari lauk hewani, dan zat besi non-heme, yang berasal dari makanan nabati. Ketersediaan hayati zat besi heme berkisar antara 15–30 persen, sedangkan zat besi non-heme hanya sekitar 5–10 persen, sehingga penyerapan zat besi non-heme oleh tubuh lebih rendah. Remaja putri berusia 13 hingga 18 tahun memerlukan 15 mg Fe setiap hari untuk mendukung pertumbuhan dan menggantikan kehilangan zat gizi besi yang hilang selama menstruasi, menurut Angka Kecukupan Gizi (AKG) tahun 2019. (T. F. Putri dan Fauzia, 2022).

b) Fungsi Zat Besi

Zat besi mempunyai fungsi yaitu :

- Metabolisme energy
- Kemampuan belajar

c) Sumber Zat Besi

Umumnya diperoleh dari makanan hewani, seperti daging, ikan, hati, telur, dan susu. Di sisi lain, zat besi non-heme dapat ditemukan dalam makanan berbasis tumbuhan, termasuk sayuran hijau, kacang-kacangan, buah-buahan, dan sereal (T. F. Putri dan Fauzia, 2022).

d) Kecukupan Zat Besi

Kebutuhan zat besi menurut jenis kelamin dan usia menurut AKG adalah sebagai berikut:

Tabel 2.7 Kecukupan zat besi Menurut AKG

Jenis Kelamin	Kelompok Umur	Angka Kecukupan zat besi (gr)
Laki-Laki	16-18 tahun	15
	19-29 tahun	9
	30-49 tahun	9
	50-64 tahun	9
	65-80 tahun	9
	>80	9
Perempuan	16-18 tahun	26
	19-29 tahun	26
	30-49 tahun	26
	50-64 tahun	8
	65-80 tahun	8
	>80 tahun	8

Sumber: (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia, 2019).

e) Metabolisme Zat Besi

Metabolisme zat besi mencakup proses penyerapan, transportasi, penyimpanan, dan pemanfaatannya. Zat besi yang berasal dari nutrisi yang diserap di duodenum dan jejunum, selanjutnya diikat oleh protein transferrin di dalam darah untuk dibawa menuju jaringan tubuh, terutama sumsum tulang, tempat terbentuknya zat gizi besi berlangsung. Zat gizi besi yang tidak digunakan akan menjadi bentuk feritin serta hemosiderin di organ seperti hati, limpa, dan sumsum tulang.

Dalam jurnal yang kamu gunakan, dijelaskan bahwa sekitar 70% zat besi berada dalam hemoglobin sebagai bagian dari proses transportasi oksigen. Zat besi juga berperan dalam fungsi enzimatik dan pembentukan sel darah merah sehingga sangat penting dalam menjaga status hematologis. Kekurangan zat besi akan memengaruhi hemoglobin dan menyebabkan anemia defisiensi besi (T. F. Putri dan Fauzia, 2022).

f) Kelebihan Mengonsumsi Zat besi

Kelebihan konsumsi zat besi, atau hemosiderosis, terjadi ketika tubuh menerima lebih banyak zat besi daripada yang dibutuhkan dan kemampuan tubuh untuk menyimpannya atau mengeluarkannya terbatas (Abbaspour dkk., 2014).

Gejala atau efek dari kelebihan zat besi meliputi:

- a) Kelelahan dan kelemahan.

- b) Nyeri perut dan gangguan pencernaan.
- c) Gangguan fungsi hati (hepatomegali, sirosis).
- d) Gangguan jantung (aritmia, kardiomiopati).
- e) Gangguan hormon karena kerusakan pankreas atau kelenjar endokrin.

Kelebihan zat besi bisa terjadi akibat konsumsi suplemen yang berlebihan atau kondisi genetik seperti hemochromatosis. Pada pasien dengan gagal ginjal kronis, pemberian zat besi harus diawasi dengan ketat karena tubuh mereka tidak dapat mengeluarkan zat besi secara efisien, sehingga risiko akumulasi lebih tinggi (Abbaspour dkk., 2014).

D. Formulir Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire

a. Definisi *Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire*

Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire (SQ-FFQ) merupakan instrumen untuk menilai pola konsumsi pangan seseorang dalam kurun waktu tertentu dengan memperkirakan jumlah makanan yang dikonsumsi secara semi kuantitatif. Metode ini menggunakan kuesioner terstruktur yang memuat berbagai jenis bahan makanan atau hidangan, kemudian responden menentukan seberapa sering makanan tersebut dikonsumsi, seperti setiap hari, setiap minggu, atau setiap bulan serta perkiraan jumlah atau ukuran porsi yang biasa dikonsumsi. Disebut semi kuantitatif karena metode ini tidak menghitung secara rinci seperti pencatatan makanan harian, namun tetap memberikan estimasi jumlah

konsumsi berdasarkan ukuran rumah tangga seperti sendok, gelas, potong, atau mangkuk. Metode ini banyak digunakan dalam penelitian gizi untuk menilai pola makan jangka panjang dan memperkirakan asupan zat gizi tertentu (Par'i et al., 2017).

b. Kelebihan

Berdasarkan buku (Par'i et al., 2017), metode *Food Frequency Questionnaire* (FFQ) termasuk *Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire* (SQ-FFQ) memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut:

- a) Mampu menggambarkan pola makan jangka panjang, karena responden melaporkan kebiasaan konsumsi dalam periode tertentu.
- b) Praktis dan mudah digunakan, baik oleh peneliti maupun responden, sehingga cocok untuk penelitian dengan jumlah sampel besar.
- c) Lebih hemat waktu dan biaya dibandingkan metode pencatatan makanan harian (*food record*).
- d) Beban responden lebih ringan, karena tidak perlu mencatat makanan setiap hari.
- e) Dapat menilai asupan zat gizi tertentu, terutama pada SQ-FFQ yang sudah dilengkapi ukuran porsi sehingga memungkinkan estimasi energi dan zat gizi.
- f) Cocok digunakan dalam penelitian epidemiologi gizi, terutama untuk melihat hubungan antara pola konsumsi dan kejadian penyakit.

c. Kekurangan

Kelamahan metode *Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire* dibanding dengan banyak metode survei konsumsi pangan yang lain adalah

- a) Bergantung pada ingatan responden, jadi kalau responden lupa atau salah ingat, hasilnya bisa kurang akurat.
- b) Kemungkinan terjadi bias pelaporan, misalnya responden cenderung melaporkan makanan yang dianggap “sehat” dan mengurangi laporan makanan yang kurang sehat.
- c) Estimasi ukuran porsi tidak selalu tepat, karena hanya berdasarkan perkiraan, bukan penimbangan langsung.
- d) Daftar makanan terbatas, sehingga jika ada makanan yang sering dikonsumsi tetapi tidak tercantum, data bisa kurang lengkap.
- e) Kurang akurat untuk menghitung asupan harian secara detail, sehingga tidak sepresisi metode *food record* atau *24-hour recall*.

d. Waktu Dan Pelaksanaan

Pada metode *Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire* (SQ-FFQ), periode waktu yang ditanyakan biasanya mencakup konsumsi makanan dalam jangka waktu tertentu, seperti 1 bulan, 3 bulan, atau sampai 1 tahun terakhir. Jadi, metode ini lebih menekankan pada gambaran kebiasaan makan secara umum dalam jangka waktu yang cukup lama, bukan hanya asupan harian. Dalam pelaksanaannya, SQ-FFQ dilakukan melalui wawancara atau pengisian kuesioner satu kali.

Responden diminta menyebutkan seberapa sering mereka mengonsumsi jenis makanan tertentu menggunakan URT seperti sendok, gelas, atau potong. Karena tidak perlu mencatat makanan setiap hari, metode ini lebih praktis, tidak memakan banyak waktu, dan cocok digunakan untuk penelitian dengan jumlah responden yang banyak (Par'i et al., 2017).

e. Alat dan Bahan

Dalam penggunaan formulir SQ-FFQ (*Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire*), alat utamanya adalah kuesioner SQ-FFQ yang berisi daftar makanan, frekuensi konsumsi, dan ukuran porsi. Pengisian bisa dilakukan secara manual menggunakan formulir yang telah diberikan. Bahan pendukung yang digunakan yaitu ukuran rumah tangga (seperti sendok, gelas, potong) untuk membantu memperkirakan porsi, serta Tabel Komposisi Pangan (TKPI) untuk menghitung asupan energi dan zat gizi setelah data terkumpul. Secara umum, alat dan bahan SQ-FFQ sederhana karena tidak memerlukan penimbangan makanan secara langsung (Saputri, 2025).

f. Langkah-langkah Pelaksanaan

Berikut langkah-langkah menurut (Hartriyanti et al., 2023). Pelaksanaan SQ-FFQ (*Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire*) secara singkat dan jelas:

- a) Responden mencatat seberapa sering (frekuensi) mereka mengonsumsi makanan itu dalam periode tertentu seperti per hari/minggu/bulan.
- b) Responden menentukan ukuran porsi yang sesuai dengan kebiasaan makan mereka (misalnya kecil, sedang, besar).
- c) Data frekuensi dikonversi ke jumlah rata-rata konsumsi per hari.
- d) Jumlah konsumsi kemudian diubah menjadi gram untuk menghitung estimasi asupan energi dan zat gizi.

E. Hubungan Asupan Energi Dengan Kadar Hemoglobin

Hubungan asupan energi dengan kadar hemoglobin erat kaitannya dengan ketersediaan energi yang diperlukan tubuh diperlukan mendukung pembentukan (eritropoiesis) serta metabolisme nutrisi yang berperan dalam sintesis hemoglobin. Kecukupan energi membantu memastikan tubuh memiliki energi metabolik yang memadai untuk proses penyerapan zat besi, pembentukan eritrosit, serta pemanfaatan vitamin B6, B12, dan asam folat yang berfungsi dalam produksi hemoglobin. Sebaliknya, rendahnya asupan energi dalam jangka panjang dapat mengganggu pembentukan eritrosit, mengurangi simpanan zat besi tubuh, dan menyebabkan anemia yang akhirnya menurunkan kadar hemoglobin. Literatur menunjukkan bahwa kecukupan energi berbanding lurus dengan kadar Hb, sedangkan defisit energi kronis terbukti memperburuk anemia defisiensi besi (Almatsier, 2009).

F. Hubungan Asupan Protein Dengan Kadar Hemoglobin

Peran zat gizi besi sangatlah penting terutama dalam proses pembentukan hemoglobin di dalam darah. Berdasarkan sumbernya, zat besi dalam makanan dibedakan menjadi besi heme dan besi non-heme. Besi heme umumnya terdapat pada pangan sumber protein hewani, sedangkan besi non-heme lebih banyak ditemukan pada pangan nabati. Pada individu yang sehat dengan pola makan yang baik, kebutuhan zat gizi dan cadangan zat besi dalam tubuh umumnya dapat terpenuhi.

Apabila terjadi kekurangan zat gizi besi yang terjadi terus menerus serta tidak dapat diimbangi dengan cakupan nutrisi yang memadai, cadangan besi tubuh akan semakin berkurang. Kondisi tersebut dapat menghambat proses pembentukan hemoglobin dan meningkatkan risiko terjadinya anemia (Almatsier, 2013). Hasil analisis menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara asupan protein dengan kadar hemoglobin, dengan nilai p-value sebesar 0,00. Hubungan tersebut termasuk dalam kategori sedang dan bersifat searah, yang ditunjukkan melalui nilai rs sebesar 0,62.

G. Hubungan Asupan Vitamin B6 Dengan Kadar Hemoglobin

Vitamin B6 memiliki peran krusial dalam pembentukan hemoglobin karena bertindak sebagai koenzim dalam proses sintesis heme, yang merupakan bagian inti dari hemoglobin. Ketersediaan vitamin B6 yang cukup memungkinkan tubuh membentuk hemoglobin secara optimal, mendukung proses pematangan sel darah merah, serta memperbaiki kemampuan darah dalam mengangkut oksigen. Sebaliknya, rendahnya asupan vitamin B6 dapat

mengganggu produksi heme, menurunkan jumlah sel darah merah yang sehat, dan pada akhirnya menyebabkan penurunan kadar hemoglobin yang dapat memicu anemia mikrositik. Hubungan positif antara kecukupan vitamin B6 dan kadar Hb dijelaskan oleh (Almatsier 2009) dalam *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, dan diperkuat oleh temuan (Reddy dan Sriram 2016) yang menunjukkan bahwa kekurangan vitamin B6 meningkatkan risiko anemia karena gangguan pada proses pembentukan hemoglobin selama eritropoiesis.

H. Hubungan Asupan Asam folat Dengan Kadar Hemoglobin

Asam folat memiliki peranan kunci dalam pembentukan sel darah merah karena terlibat dalam proses sintesis DNA dan pematangan eritrosit. Ketersediaan asam folat yang memadai mendukung produksi sel darah merah yang normal dan fungsional, sehingga kadar hemoglobin dapat tetap berada pada tingkat yang sesuai. Kekurangan asam folat dapat menghambat pembelahan sel prekursor eritrosit di sumsum tulang, menghasilkan eritrosit yang berukuran besar dan belum matang (megaloblastik), yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kadar hemoglobin dan terjadinya anemia megaloblastik. Hubungan antara kecukupan asam folat dan kadar hemoglobin digambarkan oleh (Almatsier 2009) dalam *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, serta diperkuat oleh (Duggan dkk. 2007). dalam *Nutrition in Pediatrics*, yang menegaskan bahwa defisiensi folat berdampak langsung pada proses pembentukan eritrosit dan menurunkan kadar hemoglobin.

I. Hubungan Asupan Zat Besi Dengan Kadar Hemoglobin

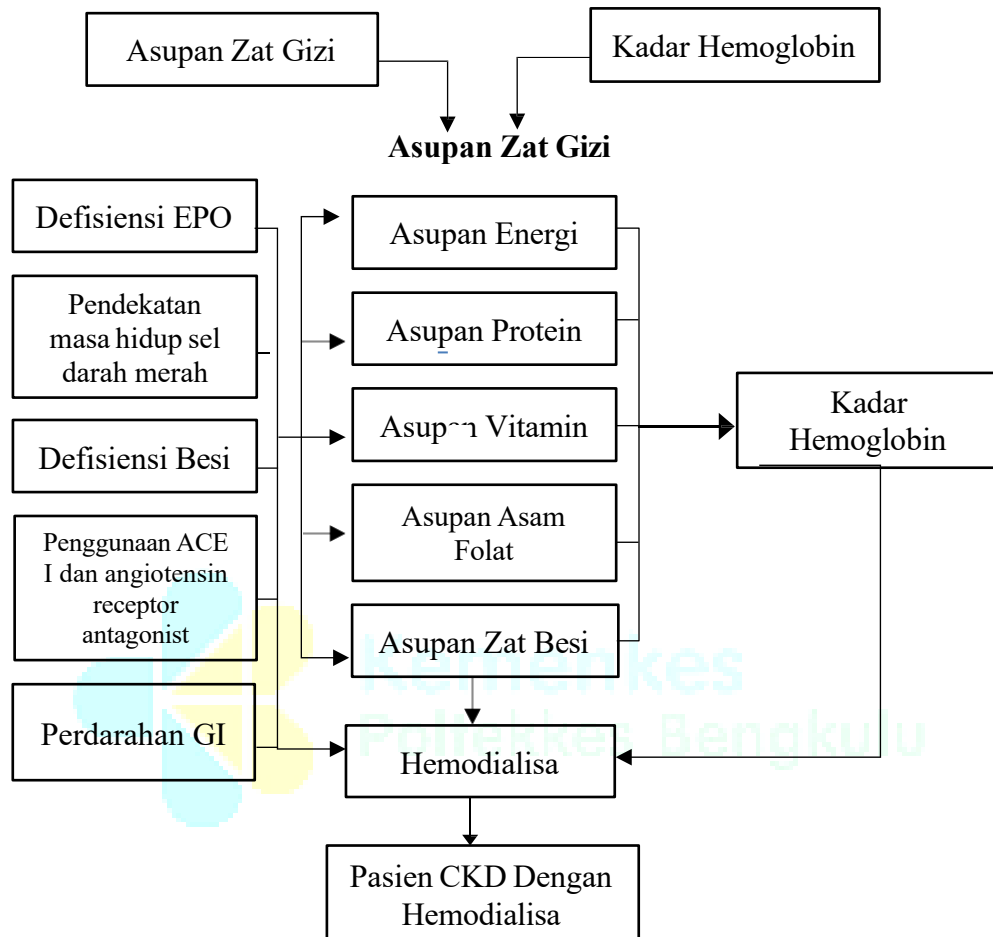
Hasil riset temuan memperlihatkan bahwa dari 17 responden dengan

asupan zat besi yang rendah, sebanyak 68,2% memiliki kadar hemoglobin rendah, sementara 9% memiliki kadar hemoglobin normal. Sementara itu, dari 5 responden dengan asupan zat besi yang cukup, sebanyak 18% masih memiliki kadar hemoglobin rendah dan 4,8% berada pada kategori normal.

Berdasarkan uji Pearson Product Moment, diperoleh nilai rhitung sebesar -0,019 dengan p-value sebesar 0,934. Hasil tersebut menunjukkan bahwa H_0 diterima, sehingga tidak terdapat hubungan yang signifikan antara asupan zat besi dan kadar hemoglobin pada pasien gagal ginjal kronis yang menjalani terapi hemodialisis di RSUP Dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten (Oliver, 2016).



J. Kerangka Teori



K. Hipotesis Penelitian

H0: Tidak Ada hubungan asupan Energi, Protein, Vitamin B6, Asam Folat dan Zat Besi dengan kadar hemoglobin pasien hemodialisis di Rumah Sakit Umum Daerah Harapan dan Doa Kota Bengkulu tahun 2026

Ha: Ada hubungan asupan Energi, Protein, Vitamin B6, Asam Folat dan Zat Besi dengan kadar hemoglobin pasien hemodialisis di Rumah Sakit Umum Daerah Harapan dan Doa Kota Bengkulu tahun 2026