

BAB II

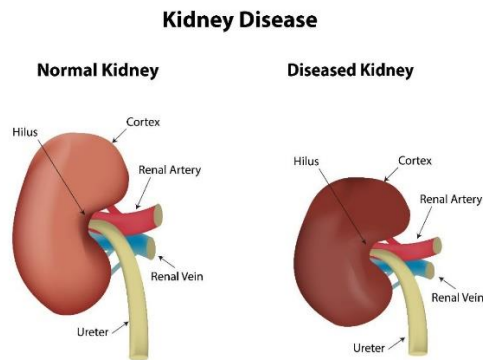
TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teoritis

1. Gagal Ginjal Kronik

a. Definisi

Penyakit ginjal kronik terjadi ketika ginjal mengalami kegagalan dalam menjalankan fungsi utama, seperti mempertahankan keseimbangan metabolik, cairan, dan elektrolit. Kondisi ini disebabkan oleh kerusakan ginjal yang berlangsung secara progresif, yang akhirnya menyebabkan akumulasi toksin uremik dalam darah akibat penumpukan sisa metabolit. Dari definisi diatas secara singkat dapat disimpulkan bahwa gagal ginjal kronik adalah kegagalan ginjal dalam mempertahankan metabolisme. Penyakit ginjal kronik adalah kondisi di mana ginjal telah rusak dan tidak dapat menyaring limbah dari darah serta berlangsung selama 3 bulan atau lebih. Oleh karena itu, limbah yang berasal dari darah akan tetap tertahan di dalam tubuh dan berpotensi menimbulkan berbagai gangguan kesehatan lainnya (Enaldayaty, 2024).



(Sumber: p2ptm, 2017)
Gambar 2.1: Gagal ginjal kronik

Ginjal memproses sekitar 120-150 liter darah setiap hari dan menghasilkan urin sebanyak 1 hingga 2 liter. Organ ini terdiri dari sekitar satu juta nefron, yang merupakan unit penyaring utama. Setiap nefron memiliki dua komponen utama: glomerulus dan tubulus. Glomerulus berfungsi menyaring cairan dan limbah sekaligus mencegah molekul besar seperti protein dan sel darah keluar. Cairan hasil penyaringan kemudian

melewati tubulus, yang berperan mengembalikan mineral penting ke tubuh serta membuang zat sisa (Kemenkes RI, 2017).

b. Etiologi

1) Hipertensi

Hipertensi berpotensi menyebabkan rusaknya pembuluh darah, termasuk yang ada di ginjal. Tekanan darah yang meningkat secara kronik dapat merusak arteri besar dan pembuluh darah kecil yang menuju ke ginjal, mengakibatkan penurunan fungsi ginjal. Kerusakan ini menyebabkan ginjal tidak dapat menyaring limbah dan cairan dengan efektif, sehingga terjadi penumpukan zat sisa dalam tubuh (Mano, 2023).

2) Glomerulonefritis

Glomerulonefritis merupakan keadaan saat terjadi inflamasi di glomerulus. Glomerulonefritis memasuki fase kronik ketika pasien tersebut memiliki risiko mengalami kerusakan glomerular yang berkelanjutan hingga pada akhirnya akan menjadi gagal ginjal kronik (GGK). Sebagian besar penderita glomerulonefritis mengalami penyakit ini di usia muda dan biasanya bertransformasi menjadi GGK di usia dewasa (Yusria, 2019).

3) Penyakit Ginjal Polistik

Penyakit Ginjal Polistik (PKD) merupakan penyakit genetik yang menyebabkan pembentukan kista di ginjal, yang merusak jaringan ginjal seiring waktu. Kista adalah kantung bulat nonkanker yang berisi cairan. Kista bervariasi dalam ukuran, dan dapat tumbuh sangat besar. Memiliki banyak kista atau kista besar dapat merusak ginjal (Haskara, 2024).

c. Klasifikasi

Gagal ginjal kronik (GGK) terbagi menjadi 5 tingkatan. Pada level 1-3, seringkali tidak terlihat gejala yang jelas (asimtomatik). Keadaan klinis penurunan fungsi ginjal terlihat pada derajat 4 - 5.

1) Stadium 1 ditandai dengan nilai LFG lebih dari 90 ml/menit/1,73m².

2) Stadium 2 ditandai dengan nilai LFG antara 60 -89 ml/menit/1,73m².

- 3) Stadium 3 ditandai dengan nilai LFG antara 30 -59 ml/menit/1,73m².
- 4) Stadium 4 ditandai dengan nilai LFG antara 15 -29 ml/menit/1,73m².
- 5) Stadium 5 memiliki nilai LFG kurang dari 15 ml/menit/1,73m² atau memerlukan dialisis. (Harun, 2024)

d. Patoginesis

Penyakit ginjal kronik terjadi saat struktur ginjal rusak yang menyebabkan masa ginjal berkurang sehingga nefron yang tersisa melakukan kompensasi melalui molekul vasoaktif seperti sitokin dan faktor pertumbuhan yang berpotensi meningkatkan filtrasi, aliran darah dan tekanan kapiler glomerulus. Menurut Diyono Dan Sri Mulyanti (2019) berdasarkan perubahan patologi CRF melalui 3 tahap yaitu:

1) Penurunan Cadangan Ginjal (*Reduced Renal Reserve*).

Pada tahap ini gejala kerusakan ginjal belum muncul dikarenakan nefron yang tersisa masih mampu untuk menjalankan fungsi ginjal dengan baik. Ditandai dengan hilangnya 40-70% .

2) Insufisiensi Ginjal (*Renal Insufficiency*)

Terjadi ketika kerusakan nefron mencapai 75-90%. Biasanya pasien akan mengeluh polyurie dan nokturia. Pada tahap ini ureum dan kreatinin mengalami kenaikan karena ginjal tidak mampu mengeluarkan sisa metabolisme tersebut lewat urine.

3) Penyakit Ginjal Stadium Akhir (*End Stage Renal Disease*)

Di tahap ini, nefron yang berfungsi dengan baik hanya tersisa sekitar 10%. Sehingga ginjal sulit untuk menjalankan fungsinya dengan baik yang ditandai dengan peningkatan kadar kreatinin, BUN, dan ketidakseimbangan elektrolit dan asam basa.

Pasien dengan Gagal Ginjal Kronik (GGK) pada tahap 5, yang juga dikenal sebagai penyakit ginjal stadium *akhir* (*End Stage Renal Disease/ESRD*), terutama yang menjalani hemodialisis (HD), memiliki potensi tinggi untuk mengalami berbagai komplikasi medis, salah satunya adalah anemia. Anemia pada penderita GGK disebabkan oleh penurunan hormon eritropoetin, dimana hampir 90% hormon ini diproduksi di ginjal (Insani, 2018).

Untuk mengatasi anemia pada pasien GGK, beberapa terapi dapat diterapkan, antara lain pemberian eritropoietin eksogen, suplementasi zat besi, dan transfusi darah. Transfusi darah, khususnya *Packed Red Cell* (PRC), sering menjadi pilihan ketika kadar hemoglobin pasien sangat rendah atau ketika terapi lain tidak memberikan respons yang kuat (Ardiansyah, 2014)

e. Tanda dan Gejala

Gejala awal GGK sering kali tidak spesifik. Namun, mengenali tanda-tanda awal penyakit ginjal, pengobatan yang tepat dapat segera diberikan, yang dapat menghentikan atau memperlambat perkembangan penyakit ginjal. Berikut ini adalah 10 tanda dan gejala awal yang dapat menunjukkan adanya penyakit ginjal kronik (GGK):

- 1) Perubahan pola saat berkemih, gangguan di ginjal akan mempengaruhi pola berkemih seperti :
 - a) Sering terbangun saat malam hari untuk berkemih
 - b) Urine bergelembung dan berbuih
 - c) Seringkali berkemih dan volume urine menjadi lebih banyak dan warna urine terlihat bening/jernih, atau jarang berkemih atau volume menjadi lebih sedikit dan warna urine terlihat kecoklatan.
 - d) Urine berdarah
 - e) Kesulitan saat berkemih dan nyeri
- 2) Pada beberapa bagian tubuh terjadi pembengkakan
- 3) Mudah merasa lelah
- 4) Ruam dan gatal pada kulit
- 5) Muntah dan mual
- 6) Sesak nafas
- 7) Sulit berkonsentrasi dan pusing
- 8) Pinggang bagian bawah terasa nyeri
- 9) Meriang
- 10) Bau nafas tidak sedap (Kusuma et al.,2019).

f. Diagnosa Laboratorium

Diagnosa Laboratorium pada GJK, meliputi :

1) Urinalisis

Pemeriksaan urinalisis meliputi penilaian terhadap warna, bau, tingkat kekeruhan, volume, osmolalitas, pH, serta kandungan hemoglobin (Hb), glukosa, dan protein dalam urin. Kelainan yang ditemukan pada urinalisis yang berkaitan dengan penyakit ginjal kronik antara lain proteinuria, hematuria, leukosuria, cast, dan isostenuria (Anggraini, 2022).

2) Pemeriksaan Fungsi Ginjal

Parameter yang digunakan guna menilai fungsi ginjal dan perkembangan ginjal merupakan Laju Filtrasi Glomerulus/LFG dan potensi ginjal dalam ekskresi. Potensi ekskresi ginjal dapat diukur menggunakan identifikasi sisa zat metabolisme tubuh dalam urine, contohnya kreatinin dan ureum . Meningkatnya kadar kreatinin dan ureum menunjukkan menurunnya fungsi ginjal (Anggraini, 2022).

Pemeriksaan kadar ureum umumnya menggunakan metode enzimatis, di mana Enzim urease mengkatalisis proses hidrolisis ureum menjadi ion ammonium, yang selanjutnya dapat diukur. Kadar ureum menjadi indikator yang krusial untuk mendeteksi uremia toksik. Kadar ureum merupakan indikator paling tepat untuk mendeteksi uremia toksik. Sementara itu, pemeriksaan kreatinin menggunakan metode Jaffe Reaction digunakan untuk menilai fungsi ginjal dan menghitung klirens kreatinin serta LFG. Peningkatan kadar kreatinin serum di atas nilai normal dapat menegaskan diagnosis gagal ginjal. Pada kondisi gagal ginjal dan uremia, ekskresi kreatinin oleh ginjal, baik melalui glomerulus maupun tubulus, mengalami penurunan. Pemeriksaan lainnya mencakup pengukuran kadar cystatin C, inulin, asam urat, β_2 mikroglobulin, dan zat berlabel radioisotope (Anggraini, 2022).

3) Pemeriksaan Radiologi

Pemeriksaan radiologi sangat penting dalam menentukan diagnosis gagal ginjal kronik (GGK). Beberapa gambaran radiologi yang dapat ditemukan pada pasien GGK antara lain:

- a) Pada foto polos abdomen, dapat terlihat batu ginjal yang bersifat radiopak.
- b) Pielografi intravena jarang digunakan sebab zat kontras seringkali tidak dapat melewati filter glomerulus, serta potensi efek toxic pada ginjal yang sudah mengalami kerusakan.
- c) Ultrasonografi (USG) ginjal pada pasien GGK dapat menunjukkan adanya pengecilan ukuran ginjal, penipisan korteks ginjal, serta kemungkinan terjadinya hidronefrosis, kista, massa, batu ginjal atau kalsifikasi ginjal
- d) Pemeriksaan pemindaian ginjal dapat dilakukan jika terdapat indikasi tertentu (Anggraini, 2022).

4) Pemeriksaan Histopatologi Ginjal dan Biopsi Ginjal

Pemeriksaan histopatologi ginjal dan biopsi ginjal dilakukan pada pasien yang memiliki ukuran ginjal yang hampir normal, di mana diagnosis tidak dapat ditegakkan melalui metode non-invasif. Pemeriksaan histopatologi bertujuan untuk mengetahui penyebab penyakit, menentukan strategi terapi yang optimal, memperkirakan prognosis, serta menilai efektivitas pengobatan yang telah diberikan. Selain itu, biopsi ginjal berfungsi dalam mengidentifikasi berbagai gangguan ginjal dan mengevaluasi kemungkinan kontraindikasi. Beberapa kondisi yang dapat menjadi kontraindikasi mencakup pengecilan ukuran ginjal (ginjal terkontraksi), penyakit ginjal polistikistik, hipertensi yang sulit terkontrol, infeksi perinefrik, gangguan koagulasi, gangguan pernapasan, serta obesitas. (Anggraini, 2022).

g. Pengobatan

1). Hemodialisa

Hemodialisis adalah prosedur medis yang mengambil alih fungsi ginjal dalam memfilter darah dengan memakai mesin khusus. Prosedur

ini menjadi penting untuk mendukung kehidupan pasien yang mengalami penyakit ginjal tahap akhir. Meskipun efektif, hemodialisis dapat menyebabkan beberapa komplikasi atau efek samping, seperti hipertensi pada pasien dengan riwayat hipertensi, hipotensi terutama pada pasien yang juga menderita diabetes, serta muntah atau mual yang disebabkan oleh penumpukan toksin di dalam darah dan menurunnya tekanan darah. Komplikasi lain yang dapat terjadi meliputi masalah kulit seperti xerosis (kulit kering), kram otot, anemia, dan pruritus (kulit gatal). Pasien dengan penyakit ginjal kronik (GGK) sering mengalami gangguan dermatologis, dengan xerosis menjadi salah satu gangguan kulit yang paling umum pada stadium lanjut. Xerosis terjadi akibat hilangnya lipid dan faktor pelembab alami pada stratum korneum, yang mengurangi kapasitas retensi air hingga 10% (Umi, 2022).

2) *Dialysis Peritoneal*

Dialysis peritoneal merupakan terapi pengganti ginjal yang memanfaatkan peritoneum pasien yang berperan sebagai membran semi-permeabel. Terdapat dua jenis dialisis peritoneal, yaitu *Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis (CAPD)* dan *Ambulatory Peritoneal Dialysis (APD)*. APD merupakan bentuk terapi *dialysis peritoneal* yang dapat dilakukan di rumah, biasanya pada malam hari sebelum tidur, menggunakan mesin khusus yang telah diprogram sebelumnya. CAPD, sebagai terapi pengganti ginjal, sangat cocok diterapkan di Indonesia, mengingat kondisi negara kepulauan ini yang memiliki keterbatasan fasilitas mesin hemodialisis serta tenaga medis terlatih untuk prosedur tersebut. CAPD memakai membran peritoneum yang memiliki sifat semi-permeabel dan berperan sebagai komponen utama dalam proses dialisis. Mekanisme dialisis ini bekerja melalui ultrafiltrasi, di mana cairan dialisis yang dimasukkan ke dalam rongga peritoneum akan berinteraksi dengan plasma darah, memungkinkan pertukaran zat berdasarkan perbedaan tekanan dan konsentrasi. (Pamilu, 2020).

3) Transplantasi Ginjal

Transplantasi ginjal adalah metode terapi pengganti yang melibatkan pemindahan ginjal sehat dari donor ke penerima melalui prosedur pembedahan. Kelebihan dari transplantasi ginjal adalah ginjal baru dapat berfungsi seperti ginjal normal, sehingga pasien tidak perlu lagi menjalani terapi ginjal yang memakan waktu lama. Namun, kekurangan transplantasi ginjal meliputi kesulitan dalam mencari donor ginjal yang cocok dan tantangan dalam menjalani pengobatan jangka panjang dengan obat imunosupresan, yang dapat menimbulkan rasa jenuh pada pasien (Kusuma et al., 2019).

4) Transfusi

Transfusi darah pada pasien dengan penyakit ginjal kronik dilakukan hanya jika terdapat indikasi klinis tertentu. Indikasi tersebut meliputi kadar hemoglobin yang berada di bawah 7 g/dl, baik dengan maupun tanpa tanda-tanda anemia, atau kadar hemoglobin yang kurang dari 8 g/dl pada pasien dengan gangguan kardiovaskular. Transfusi darah dilakukan secara bertahap untuk mencegah risiko terjadinya overhidrasi, asidosis akibat proses hiperkatabolik, serta peningkatan kadar kalium dalam darah (hiperkalemia). Jenis transfusi yang lebih disarankan adalah dalam bentuk *packed red cell (PRC)*. Berdasarkan bukti klinis, transfusi darah diberikan hingga kadar hemoglobin (Hb) mencapai rentang 10 hingga 12 g/dl (Pernefri, 2011).

2. Transfusi Darah

a. Definisi

Transfusi darah atau "*blood transfusion*" merupakan pemindahan darah atau komponen darah dari pendonor (donor) ke penerima (recipient). Syarat transfusi darah adalah bermanfaat bagi penerimanya dan aman (tidak menimbulkan efek samping) baik bagi penerima maupun pendonor. Transfusi darah telah menjadi praktik kedokteran sejak Abad Pertengahan, yang mencapai kemajuan signifikan setelah Karl Landsteiner menemukan sistem ABO pada tahun 1901. Kemajuan pengetahuan tentang imunohematologi membawa kemajuan teknik transfusi darah yang

memberikan manfaat optimal dan efek samping minimal. Indikasi transfusi darah semakin selektif karena transfusi darah merupakan pedang bermata dua, jika digunakan dengan benar akan memberikan manfaat yang besar, tetapi jika digunakan secara tidak tepat akan menimbulkan dampak negatif bahkan kematian.



Sumber: Ismail, 2024
Gambar 2.2 : Transfusi darah

b. Indikasi Transfusi Darah

Transfusi hanya diberikan jika terdapat indikasi transfusi dan sedapat mungkin hanya diberikan yang diperlukan oleh penderita. Pemberian transfusi tanpa indikasi yang tepat dapat membahayakan penderita. Transfusion trigger adalah kadar hemoglobin yang mengindikasikan transfusi. Di atas transfusion trigger, transfusi tidak diperlukan.

Pada penyakit ginjal kronik dengan anemia, transfusi darah harus dihindari sedapat mungkin. Jika transfusi harus dilakukan, karena kemampuan adaptasi volume darah yang rendah, jumlah transfusi setiap hari harus dibatasi atau transfusi diberikan pada saat dialisis sehingga kelebihan cairan dapat dihindari. Pada penderita penyakit ginjal kronik, jangan diberikan darah yang disimpan lebih dari 4 hari untuk menghindari hiperkalemia. Pada penderita yang berencana untuk transplantasi ginjal, transfusi dihindari untuk mencegah allosensitization.

c. Transfusi *Packed Red Cell*

Tujuan utama transfusi sel darah merah adalah meningkatkan kemampuan angkut oksigen darah. Satu unit PRC dapat meningkatkan kadar hemoglobin rata-rata 1 g/dL atau hematokrit 3%. Belum ada ketentuan pada kadar hemoglobin berapa transfusi harus dilakukan (transfusion

trigger). Indikasi transfusi harus dilakukan berdasarkan kadar hemoglobin dan keadaan klinik penderita:

- 1) Transfusi tidak ada gunanya jika hemoglobin >10 g/dL
- 2) Indikasi transfusi, jika kadar hemoglobin di bawah 7 g/dL
- 3) Pada penyakit jantung, hemoglobin <8 g/dl dapat dipertimbangkan untuk transfusi.
- 4) Pada operasi ortopedi atau operast jantung dengan hemodinamik stabil, dipakai transfusion trigger hemoglobin <8 g/dL

Penurunan daya angkut oksigen darah terdapat dalam dua keadaan.

- 1) Anemia dengan penurunan volume darah.

Anemia disertai penurunan volume darah terjadi akibat perdarahan akut, seperti perdarahan akibat trauma atau pembedahan dan perdarahan gastrointestinal masif. Di samping menaikkan kadar hemoglobin, yang tidak kalah pentingnya adalah memperbaiki volume darah. Jika kehilangan darah $<20\%$ volume darah total, tidak diperlukan transfusi. Kehilangan darah 30-40% pada anak muda sehat sering hanya memerlukan pemberian cairan tanpa transfusi darah. Transfusi harus diberikan dalam waktu cepat dengan PRC; biasanya juga diberikan cairan kristaloid, sama nilainya dengan pemberian whole blood.

- 2) Anemia kronik tanpa penurunan volume darah

Pada anemia kronik, ketika mekanisme kompensasi tubuh berjalan dengan baik, dipakai "restrictive blood transfusion practices". Indikasi didasarkan pada kadar hemoglobin, keluhan anemia yang mengganggu, dan penyakit penyerta. Umumnya dipakai standar kadar hemoglobin $<6-7$ g/dL, kecuali pada penyakit kardiovaskular, dipakai kadar hemoglobin <8 g/dL.

d. Efek transfusi pada penderita Gagal ginjal kronik

Transfusi darah pada penderita gagal ginjal kronik (GGK) memiliki beberapa efek positif yang penting, terutama dalam konteks manajemen anemia.

- 1) Meningkatkan Kadar Hemoglobin, Transfusi darah dapat secara efektif meningkatkan kadar hemoglobin pada pasien yang mengalami anemia

berat. Hal ini sangat penting untuk memperbaiki oksigenasi jaringan dan mengurangi gejala anemia seperti kelelahan dan sesak napas (Sitorus, 2017).

- 2) Meningkatkan Kapasitas Oksigenasi, Dengan meningkatnya jumlah sel darah merah, transfusi membantu meningkatkan kapasitas transportasi oksigen dalam darah. Ini sangat krusial bagi pasien yang menjalani hemodialisis dan memiliki kadar hemoglobin yang rendah (Sitorus, 2017).

3. *Total Iron Binding Capacity (TIBC)*

a. Definisi

Besi (Fe) adalah mikronutrien yang sangat penting dalam pembentukan hemoglobin (Hb) serta berfungsi sebagai pembawa elektron dalam sel. Perannya mencakup pengangkutan oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan juga dalam sintesis enzim yang mengandung besi, yang berfungsi dalam penggunaan oksigen untuk menghasilkan energi seluler (Dewi, 2018).

Total Iron Binding Capacity (TIBC) merujuk pada kapasitas zat besi untuk berikatan dengan transferin dalam plasma atau protein. Fungsi utamanya adalah mengangkut zat besi ke sumsum tulang, yang kemudian digunakan untuk sintesis hemoglobin (Dewi, 2018).

Transferin berfungsi sebagai pengangkut zat besi yang berikatan dengan zat besi dalam plasma. Transferin adalah glikoprotein yang tiap molekulnya mengandung 2 atom Fe. Kadar zat besi serum digunakan untuk mengukur jumlah zat besi yang berikatan dengan transferin yang normalnya hanya sekitar 20-45% transferin yang terikat dengan zat besi, sementara Total Iron Binding Capacity (TIBC) merujuk pada kapasitas keseluruhan transferin untuk mengikat zat besi (Bandiara, 2003).

b. Penentuan TIBC

Pengukuran kimia TIBC terdiri dari tiga langkah. Langkah pertama melibatkan penambahan FeCl_3 dalam jumlah suprafisiologis. untuk menjenuhkan situs pengikatan bebas pada TF; yang kedua adalah penghilangan kelebihan besi yang tidak terikat dengan penyerapan ke magnesium karbonat padat, arang atau resin penukar ion; yang ketiga adalah

penentuan besi yang dipisahkan dari TF pada pH asam. Baru-baru ini, uji TIBC langsung telah dijelaskan. Penambahan FeCl dalam jumlah berlebih³ mengakibatkan pengikatan zat besi yang tidak spesifik ke albumin dan protein plasma lainnya, yang menyebabkan perkiraan berlebihan TIBC terutama pada konsentrasi TF rendah, seperti yang terlihat pada penyakit hati dan sindrom nefrotik

4. Pengaruh Transfusi Terhadap Kadar TIBC

Transfusi darah dapat menyebabkan penurunan kadar TIBC melalui mekanisme yang melibatkan peningkatan kadar zat besi serum dan regulasi hormon hepcidin. Setelah transfusi, tubuh menerima tambahan zat besi dari sel darah merah donor, yang meningkatkan kadar zat besi serum. Peningkatan ini merangsang hati untuk memproduksi lebih banyak hepcidin, hormon yang mengatur homeostasis zat besi dengan menghambat ekspor zat besi dari sel melalui degradasi ferroportin (Angelo, 2014). Hepcidin menurunkan ekspor zat besi dari enterosit, makrofag, dan sel plasenta ke dalam plasma, sehingga menurunkan ketersediaan zat besi bebas dalam plasma (Ganzo, 2011). Akibatnya, tubuh menurunkan produksi transferrin, protein pengikat zat besi utama dalam darah, yang menyebabkan penurunan TIBC. Dengan demikian, transfusi darah dapat menurunkan TIBC melalui peningkatan kadar hepcidin yang mengatur distribusi dan penyimpanan zat besi dalam tubuh (Trombini et al. 2007). Terdapat juga beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar TIBC pada saat transfusi, diantaranya sebagai berikut:

a. Jumlah Unit Darah yang Ditransfusikan

Semakin banyak unit yang ditransfusikan, semakin banyak besi yang masuk ke dalam tubuh. Penambahan besi ini akan meningkatkan saturasi transferin, yang dapat menurunkan TIBC karena sebagian besar pengikatan besi pada transferin sudah terisi.

b. Pada Pasien Dengan Kondisi Inflamasi atau Penyakit Kronik

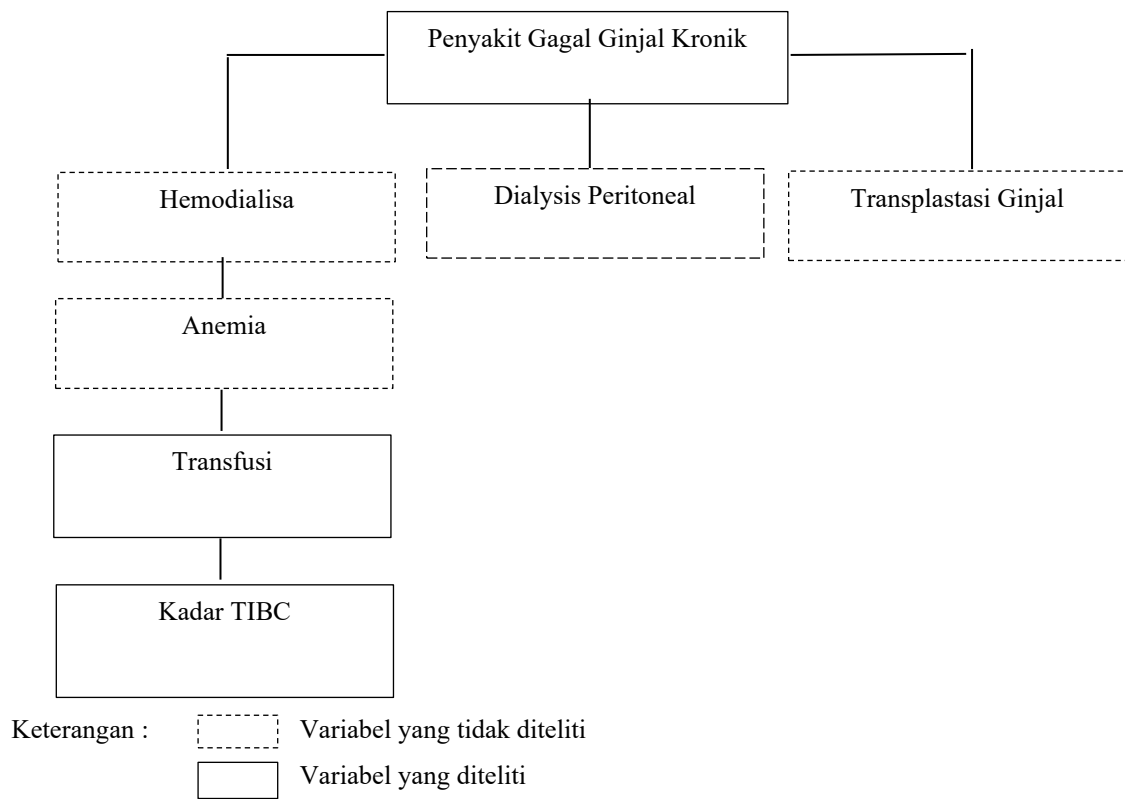
Pada pasien dengan kondisi inflamasi atau penyakit kronik, kadar TIBC seringkali lebih rendah. Inflamasi meningkatkan produksi hepcidin, yang menghambat proses penyerapan besi dan pengeluaran besi dari simpanan tubuh. Hal ini menyebabkan penurunan produksi transferin oleh hati dan

penurunan TIBC. Kondisi ini sering ditemukan pada anemia penyakit kronik, yang memperburuk penurunan TIBC setelah transfusi.

c. Fungsi Hati yang Terganggu

Seperti pada sirosis atau hepatitis, dapat mempengaruhi sintesis transferin. Hati adalah organ utama yang memproduksi transferin, dan gangguan fungsi hati dapat menurunkan produksi transferin, yang menyebabkan TIBC menurun. Pasien dengan penyakit hati kronik yang menerima transfusi dapat menunjukkan penurunan TIBC.

B. Kerangka Teori



C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

Ho: Tidak adanya perbedaan kadar TIBC Pre dan Post Transfusi pada penyakit gagal ginjal kronik

Ha: Adanya perbedaan kadar TIBC Pre dan Post Transfusi pada penyakit gagal ginjal kronik