BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Albumin

Abumin merupakan salah satu protein plasma paling melimpah dalam tubuh, albumin menyumbang sekitar 50-69% dari total protein plasma. Protein ini bersifat multifungsi, berukuran kecil 66kDa, memiliki bentuk globular, dan bermuatan negative. Albumin tersusun atas satu rantai polipeptida yang terdiri dari 585 asam amino, termasuk lisis, arginine, dan sistein, serta membentuk jembatan disulfide yang penting bagi stabilitas strukturnya. Selain itu albumin berfungsi sebagai pengikat utama zinc dalam plasma dan memiliki tujuh situs pengikatan untuk asam lemak. Albumin juga berperan dalam mempertahankan tekanan osmotic koloid darah serta membantu menjaga keseimbangan hemostasis asam basa (A *et al*., 2019).

Albumin memiliki siklus pergantian sekitar 25 hari pada manusia, dengan produksi sebesar 10,5 g/hari. Albumin dibersihkan melalui ginjal sekitar 6%, sistem gastrointestinal sekitar 10%, dan melalui proses katabolisme sekitar 84%. Perubahan kadar serum albumin bisa disebabkan oleh penurunan produksi seperti pada penyakit hati, kekurangan asupan protein, atau sebagai respon negatif fase akut pada peradangan, serta peningkatan kehilangan albumin yang dapat terjadi pada kondisi seperti sindrom nefrotik, enteropati kehilangan protein atau katabolisme selama mengidap penyakit berat (Wouw & Joles, 2022).

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

Albumin memiliki paruh waktu biologis sekitar 19-21 hari dalam tubuh manusia. Ketika sampel darah yang sudah diambil dan belum di sentrifugasi kestabilan kadar albumin jauh lebih singkat. Albumin akan akan tetap stabil dalam darah utuh yang disimpan pada suhu ruang hingga 24 jam tanpa pemisahan seum. Meskipun demikian untuk memastikan keakuratan hasil pemeriksaan laboratorium disarankan untuk pemisahan serum dari sel darah dilakukan paling lambat 2 jam setelah sampel diambil. Penundaan dalam pemisahan ini dapat menyebabkan perubahan konsentrasi analit akibat aktivitas etabolik seluler yang berkelanjutan yang beresiko menghasilkan data pemeriksaan tidak akurat (Clark *et al*., 2023).

Masa paruh waktu albumin dalam darah akan tetap akurat jika sampel segera disentrifugasi setelah diambil, kemudian serum dipindahkan ke tabung lain dan dapat disimpan selama 12 jam pada suhu 22-30°C dan tidak mempengaruhi keakuratan hasil (Abraham *et al.,* 2019)

1. Peran Albumin

   Albumin dalam tubuh manusia berfungsi sebagai pengikat lemah yang bersifat reversibel terhadap pertikel bermuatan negatif maupun positif, serta berperan sebegai transporter utama bagi berbagai molekul metebolit dan obat. Dalam proses hemostasis albumin menunjukan mekanisme kerja yang menyerupai heparin, khususnya dalam menghambat proses koagulasi darah, hal ini disebabkan oleh kesamaan unsur penyusun struktur molekul antara albumin dan heparin. Heparin mengandung muatan negatif pada gugus sulfat yang berinteraksi dengan antitrombin III

yang bermuatan positif, sehingga menghasilkan efek antikoagulan. Albumin juga memiliki muatan negatif yang membuat keduanya memiliki peran terkait dalam proses pembekuan darah (Melinda *et al*., 2017).

2. Metabolisme albumin

Total kadar albumin dalam tubuh manusia berkisar antara 3,5 hingga 5 g/dL berat badan, dengan sekitar 40-45% berada dalam sirkulasi plasma, sementara sisanya tersebar di dalam pembuluh darah dan sisanya di ruang interstisial. Konsentrasi albumin dalam serum berkisar antara 3,5-5,0 g/dL, dan kadar di bawah 3,5 g/dl disebut *hipoalbuminemia.* Albumin berpindah dari dalam pembuluh darah keluar dengan laju 5% per jam dan diuraikan sekitar 5% dari total protein tubuh setiap hari. Pelepasan albumin meningkat pada berbagai penyakit, tetapi ekskresinya melalui urin sangat minim karena ukuran dan muatannya serta penyerapan aktif ginjal. Albumin dipecah menjadi asam amino di seluruh tubuh dengan waktu paruh sekitar tiga minggu, dan sekitar 10% dari albumin di metabolisme setiap hari dalam kondisi normal (Chien *et al.*, 2017).

1. Kelainan albumin

a. Hipoalbuminemia

Hipoalbuminemia merupakan kondisi dimana menurunnya kadar albumin dalam darah. Kondisi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah produksi albumin oleh tubuh yang tidak mencukupi, meningkatnya kehilangan albmin melalui ginjal, saluran pencernaan, kulit, atau ruang di luar pembuluh darah,

atau meningkatnya pemecahan albumin (Gounden *et al.,* n.d.,2023).

b. Hiperalbuminemia

Hiperalbuminemia merupakan kondisi dimana meningkatnya kadar albumin dalam darah yang disebabkan oleh dimana volume cairan dalam tubuh menurun, sehingga konsentrasi albumin dalam darah tampak lebih tinggi dari batas nilai normal (Hermawan & Mudji, 2023).

2. Metode pemeriksaan Albumin

Pemeriksaan kadar albumin dapat menggunakan beberapa metode yaitu:

a. Metode Biuret

Metode biuret merupakan salah satu teknik kimia yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur konsentrasi protein dalam suatu sampel. Prinsip kerja metode ini didasarkan pada reaksi antara senyawa yang mengandung dua atau lebih ikatan peptide dengan ion tembaga Cu^{2+} dalam suasana basa yang menghasilkan kompleks berwarna ungu. Metode ini dianggap efektif untuk analisis protein karena seluruh protein mengandung ikatan peptida yang dapat bereaksi dalam sistem tersebut (Primadiamanti *et al*., n.d.,2021).

b. Metode *Elektroforensis Protein*

Metode *Elektroforensis Protein* merupakan teknik laboratorium yang digunakan untuk memisahkan serta menganalisis bebagai jenis protein bedarakan perbedaan ukuran molekul, muatan listrik, dan bentuknya. Dalam proses ini medan listrik digunakan

untuk menggerakkan protein melalui gel yang berfungsi sebagai media pemisahan. Karena setiap protein memiliki ukuran dan muatan yang berbeda mereka akan bergerak dengan kecepatan yang berbeda sehingga memungkinkan untuk dipisahkan menjadi beberapa kelompok.

c. *Bromcresol Purple* (BCP)

BCP merupakan pewarna yang sering di pilih untuk mengukur kadar albumin dalam serum. Namun metode pengukuran albumin serum menggunakan BCP dapat menghasilkan nilai yang lebih rendah dari yang sebenarnya pasien yang mengalami penurunan fungsi ginjal Hal ini terjadi karena serumnya mengandung zat yang dapat berikatan kuat dengan albumin, sehingga mengubah strukturnya dan menghambat pengikatan BCP. Selain itu pada kondisi dengan kadar bilirubin yang tinggi, albumin dapat berikatan secara kuat dengan bilirubin, yang menyebabkan ketidakseimbangan dalam pengikatan BCP pada albumin (Ilmiah *et al*., 2018).

d. *Bromcresol Green* (BCG)

BCG merupakan pewarna pH yang digunakan untuk mengukur albumin dalam serum darah dengan mengikat albumin dan membentuk kompleks berwarna yang kemudian diukur secara spektrofotometri. BCG mengikat albumin pada pH 4,2 dan membentuk kompleks yang diukur panjang gelombang 628 nm dengan spektrofotometer. Namun pada kadar albumin yang rendah

dan globulin yang tinggi metode ini kurang spesifik karena globulin ÿ-1 dan ÿ-2 juga berinteraksi dengan BCG sehingga dapat menghasilkan estimasi kadar albumin yang lebih tinggi dari yang sebenarnya (Garcia Moreira *et al*., 2018).

3. Faktor yang mempengaruhi kadar albumin

Proses produksi albumin terjadi di hati dan dipengaruhi oleh berbagi faktor antara lain status nutrisi dan asupan diet, tekanan onkotik koloid, pengaruh hormonal, serta kondisi patologis tertentu. Puasa atau konsumsi makanan yang rendah protein dapat menurunkan sintesis albumin, begitu juga dengan peningkatan tekana onkotik koloid yang rendah serta adanya komorbiditas seperti diabetes melitus atau penyakit hati dapat meningkat melalui konsumsi diet tingga protein (asam amino) serta stimulasi oleh hormon pertumbuhan, kortikosteroid, dan insulin (Chien *et al*., 2017).

Penyakit gagal ginjal kronik didefinisikan sebagai adanya kelainan pada struktur atau fungsi ginjal yang berlangsung lebih dari tiga bulan. Faktor resiko penyakit gagal ginjal kronik bisa karena usia, jenis kelamin, dan riwayat penyakit seperti diabetes, hipertensi maupun penyakit gagguan metabolik lain yang dapat menyebabkan penurunan fungsi ginjal (Siagian & Damayanty, 2018).

Kelompok usia 51-60 tahun menunjukan prevalensi tertinggi untuk kasus sirosis hati, karena fungsi organ tubuh manusia cendrung menurun seiring bertambahnya usia. Gejala klinis sirosis meliputi mual, muntah, dan penurunan nafsu makan. Komplikasi yang sering ditemukan

mencakup asites, hipertensi portal, dan *hipoalbuminemia* (Lestari & Wikaning Tyas, 2023).

Seiring bertambahnya usia, fungsi ginjal dan hati cendrung mengalami penurunan yang berdampak pada kesehatan tubuh secara keseluruhan. Pada ginjal penurunan fungsi ini mengurangi kemampuan penyariangan dan pembuangan zat sisa, meningkatkan resiko gagal ginjal kronik, terutama pada lansia dengan faktor resiko tambahan seperti diabetes atau hipertensi. Pada hati penurunan fungsi ginjal seiring usia dapat memperburuk resiko penyakit sirosis yang lebih sering terjadi pada kelompok usia 51-60 tahun. Penurunan fungsi organ ini menyebabkan tubuh semakin rentan terhadap berbagai komplikasi termasuk malnutrisi dan penumpukan cairan tubuh.

Faktor usia juga mempengaruhi kadar albumin dalam tubih melalui perubahan metabolism seiring bertambahnya usia. Pada lansia fungsi hati bertanggung jawab atas produksi albumin cendrung menurun, sehingga sintesisnya berkurang. Selain itu kondisi malnutrisi yang lebih sering terjadi pada usia lanjut dapat menyebabkan kadar albumin menurun.

B. Ginjal

Ginjal merupakan organ ekskresi pada vertebrata berbentuk seperti kacang yang terletak di kedua sisi tulang belakang, tepat dibawah tulang rusuk. Fungsi utama ginjal adalah mengeliminasi produk limbah metabolic yang tidak dibutuhkan lagi oleh tubuh. Sebagai komponen utama sistem urinasia, ginjal bertugas untuk menyaring zat-zat sisa dari darah dan

mengeluarkannya bersama cairan dalam bentuk urin (Dicki Alamsyah, 2019).

Ginjal berperan krusial dalam mengatur volume serta komposisi kimiawi darah dengan cara mengeliminasi sisa metabolism dan air secara selektif. Sebagai organ utama dalam sistem eksresi ginjal berperan penting dalam menjaga hemostasis tubuh dengan mempertahankan keseimbangan cairan, elektrolit, dan pH darah. Ketika fungsi ginjal terganggu kemampuan tubuh untuk mengatur proses-proses penting ini menjadi terbatas yang dapat menyebabkan berbagai kondisi kesehatan serius termasuk gagal ginjal (Narsa *et al*., 2022).

Ginjal berfungsi sebagai organ yang mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit, menjaga hemostasis asam basa, serta mengeliminasi limbah metabolic dan racun dari tubuh. Selain itu ginjal juga mensistensis hormon-hormon penting seperti renin, eritropoitetin, dan prostaglandin, serta mengatur transportasi garam, air, dan elektrolit. Kerusakan pada ginjal dapat menyebabkan penurunan fungsi organ tersebut yang beresiko berkembang menjadi gagal ginjal (Putri *et al.*, 2023). Terdapat beberapa penyakit ginjal diantaranya sebagai berikut :

1. Gagal Ginjal Akut (GGA)

   Gagal ginjal akut (GGA) atau acute kidney injury (AKI) adalah suatu kondisi yang dintandai oleh penurunan fungsi ginjal secara tiba-tiba dan kompleks melibatkan berbagai faktor penyebab dan dapat terjadi diberbagai lokasi dengan manifestasi klinik yang beragam. Kondisi ini ditandai dengan peningkatan kadar kreatinin serum dan penurunan output

urin. Selain itu gagal ginjal akut dapat menyebabkan penurunan cepat pada laju filtrasi glomerulus (LFG), yang umumnya bersifat dapat dipulihkan, disertai dengan gangguan fungsi ginjal dalam mengeliminasi produk sisa metabolism nitrogen serta ketidakseimbangan cairan dan elektrolit yang mengkin terjadi (Sari *et al*., 2023).

2. Gagal Ginjal Kronik (GGK)

Gagal ginjal kronik (GGK) adalah kondisi yang ditandai oleh kerusakan ginjal secara progresif dan irreversible, shingga organ ini kehilangan kemampuan untuk mempertahankan keseimbangan metabolic, cairan, elektrolit, serta asam basa/ pada kondisi ini terdapat peningkatan kadar ureum dan kreatinin disertai penurunan laju filtrasi glomerulus yang dapat disebabkan oleh eksaserbasi nefritis, obstruksi saluran kemih, kerusakan vaskuler yang disebabkan oleh penyakit sistemik seperti diabetes melitus dan hipertensi, serta terbentuknya jaringan parut pada pembuluh darah menjadi faktor utama terjadinya gagal ginjal akut. Diabetes melitus dan hipertensi juga merupakan penyebab utama gagal ginjal kronik di Indonesia (Nurhayati *et al.*, 2022). Pasien dengan gagal ginjal kronik umumnya akan menjalani hemodialisa sebagai bagian dari pengelolaan kondisinya, karena prosedur ini diperlukan untuk menggantikan fungsi ginjal yang telah menurun secara signifikan dan tidak dapat pulih.

C. Usia

Usia merupakan usia individu yang terhitung mulai saat dilahirkan sampai berulang tahun. Usia merupakan salah satu indikator penting dalam memahami tahapan perkembangan manusia. Pertambahan usia merupakan suatu proses alami yang dialami oleh setiap individu. Dalam prosesnya setiap tahap usia memiliki ciri khas, kebutuhan, serta resiko kesehatannya masing-masing. Salah satu tahap yang perlu mendapat perhatian khusus adalah usia lanjut, karena pada tahap ini individu mulai mengalami perubahn signifikan baik secara fisik, psikologis, maupun sosial. Lansia didefinisikan sebagai individu yang berusia 60 tahun keatas. Seiring dengan bertambahnya usia terjadi penurunan fungsi fisiologis tubuh secara bertahap akibat proses alami penuaan, yang menyebabkan meningkatnya kasus penyakit tidak menular. Selain itu kondisi penurunan fungus juga dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh (Dewi *et al*., 2022).

Usia lanjut khususnya diatas 50 tahun merupakan faktor resiko penting bagi pasien gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisa, karena seiring bertambahnya usia terjadi penurunan fungsi fisiologis, termasuk penurunan fungsi ginjal dan produksi albumin oleh hati. Prevalensi kadar albumin rendah *hipoalbuminemia* meningkat pada pasien usia lanjut. Pasien usia lanjut (>50 tahun) yang menjalani hemodialisa memiliki resiko komplikasi dan kematian yang ebih tinggi dibandingkan pasien yang lebih muda. Hal ini disebabkan oleh penurunan fungsi fisiologis akibat penuaan. Setiap peningkatan usia secara signifikan meningkatkan resiko kematian, sehingga

menegaskan pentingnya pemantauan ketat dan pengaturan pola asupan yang optimal pada pasien lansia yang menjalani hemodialisa guna mencegah komplikasi serta meningkatkan kualitas hidup (Sanz-García *et al*., 2025).

D. Hemodialisa

Hemodialisa merupakan terapi substitusi yang digunakan pada pasien dengan kerusakan fungsi ginjal. Prosedur ini bertujuan untuk mengeliminasi sisa metabolit, mengatur kelebihan cairan, serta membantu menjaga keseimbangan elektrolit dan pH darah dalam batas yang dapat ditoleransi oleh tubuh (Nurhayati *et al*., 2022).

Prosedur hemodialisa melibatkan aliran darah melalui dialyzer, alat yang memiliki dua kompartemen satu untuk darah dan yang satu lagi untuk cairan dialisat yang berfungsi untuk menyaring zat-zat sisa dari darah. Kedua ruang ini dipisahkan oleh membran yang memungkinkan pertukaran zat. Cairan dialisat mengandung elektrolit yang mirip dengan komposisi darah normal, tetapi bebas dari limbah metabolic. Selama hemodialisa zat-zat seperti racun dan kelebihan garam dalam darah bergerak ke cairan dialisat hingga konsentrasi di kedua sisi seimbang (Cahyani *et al*., n.d.).

Pasien dengan gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisa cendrung mengalami berbagai komplikasi termasuk penurunan status gizi atau malnutrisi. Malnutrisi pada pasien ini merupakan faktor resiko penting yang berkontribusi terhadap peningkatan morbiditas dan mortilitas. Oleh karena itu pasien dengan malnutrisi perlu mendapatkan asupan nutrisi yang adekuat guna mempertahankan status gizi dan mencegah penurunan nutrisi

yang signifikan

Hemodialisa dapat menyebabkan penurunan kadar protein dalam tubuh, yang berdampak pada asupan makan akibat masalah gastrointestinal seperti anoreksia dan mual. Oleh karena itu terapi hemodialisis bagi pasien gagal ginjal kronik harus disertai dengan diit yang tepat. Diit dialisis ini bertujuan utuk memperbaiki dan mempertahankan status gizi optimal, mencegah penumpukan zat beracun yang berlebihan, menjaga keseimbangan cairan elektrolit, serta membantu mengontrol kondisi medis penyerta seperti anemia dan penyakit kardiovaskular. Dalam pengaturan diit untuk pasien hemodialisis asupan protein yang direkomendasikan adalah 1,2 g/kg berat badan per hari, dengan 50% di antaranya berasal dari protein bernilai biologis yang tinggi (Pratiwi *et al*., 2022).

Hemodialisa dapat mempengaruhi kadar albumin dalam darah. Pada pasien gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisa kurang dari satu tahun kadar albumin rata-rata tercatat sebesar 3,20 g/dL. Sebaliknya pada pasien gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisa lebih dari satu tahun kadar albumin meningkan menjadi rata-rata 3,69 g/dL. Perbedaan ini dipengaruhi oleh respon tubuh terhadap terapi hemodialisa. Kadar albumin yang lebih rendah pada pasien dengan durasi hemodialisa kurang dari satu tahun kemungkinan disebabkan oleh proses adaptasi tubuh terhadap efek samping hemodialisa seperti mual, muntah, penurunan nafsu makan, yang dapat menyebabkan malnutrisi. Akibatnya pada tahap awal terapi kehilangan protein lebih mudah terjadi dan berkontribusi terhadap penurunan kadar

albumin (Arinta *et al*., 2019).

E. Hubungan Kadar Albumin Dengan Pasien Gagal Ginjal Kronik

Kadar albumin sangat berpengaruh terhadap asupan gizi penderita gagal ginjal kronik yang sedang menjalani hemodialisa. Pasien yang menjalani hemodialisa cendrung mengalami penurunan kadar albumin yang sebagian besar dipengaruhi oleh kondisi malnutrisi. Status gizi pasien gagal ginjal kronik memiliki peran penting terhadap kadar albumin dalam darah selama menjalani hemodialisa. Selama proses hemodialisa terrjadi kehilangan asam amino sebanyak 10-12 gram yang turut berkontribusi terhadap penurunan protein tubuh (Maha & Puspitasari, 2022).

Status gizi merupakan faktor prediktor utama dalam menentukan kelangsungan hidup pasien. Sekitar 20-60% pasien hemodialisa rutin dilaporkan mengalami permasalahan gizi dan menunjukan bahwa malnutrisi merupakan komplikasi umum dalam terapi ini. Penyebabnya bisa meliputi kehilangan nafsu makan, diet ketat yang menyebabkan *Protein Energy Wasting* (PEW), *hipermetabolisme*, penurunan aktivitas fisik, asidosis metabolik, serta faktor komorbiditas lainnya. Status gizi pasien dapat dinilai melalui berbagai metode seperti pengukuran indeks massa tubuh (IMT) dan pemeriksaan kadar albumin di laborartorium (Utami *et al*., 2021).

Stadium akhir dari gagal ginjal kronik ditandai oleh penurunan fungsi ginjal secara menetap dengan LFG kurang dari 15 mL/menit yang umumnya memerlukan intervensi berupa hemodialisa atau transpalansi ginjal. Penurunan laju filtrasi ginjal yang terus berlanjut memperburuk kondisi

pasien dan meningkatkan angka kesakitan serta kematian. Resiko mortilitas ini lebih tinggi jika disertai malnutrisi energi protein dan inflamasi. Pasien hemodialisis mengalami inflamasi kronis, bahkan sebelum memulai prosedur dengan prevalensi inflamansi pada pasien hemodialisis sekitar 35-65% (Fatonah *et al.*, 2023).

Terdapat hubungan saturasi antara kadar albumin dan perkembangan penyakit gagal ginjal kronik. Kadar albumin yang rendah umum terjadi pada pasien gagal ginjal kronik akibat kehilangan protein melalui urin dan malnutrisi, mencerminkan status nutrisi dan fungsi ginjal. Konsentrasi albumin dalam darah dapat mempengaruhi perkembangan penyakit. Kadar albumin yang rendah dapat menyebabkan komplikasi seperti edema dan masalah kardiovaskular. Ketika kadar albumin turun dibawah 4,1 g/dl, penurunan tersebut terkait erat dengan prognosis ginjal yang lebih buruk dan peningkatan laju penurunan fungsi ginjal (Cheng *et al*., 2023).