

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gagal ginjal merupakan kondisi yang mengakibatkan ginjal kehilangan kemampuannya untuk mempertahankan volume dan komposisi cairan tubuh dalam keadaan asupan makan normal. Ada dua jenis gagal ginjal: akut dan kronis. Gagal ginjal kronis menyebabkan tubuh tidak mampu menjaga keseimbangan metabolisme, cairan, dan elektrolit secara normal. Jika gangguan fungsi ginjal ini tidak segera ditangani, dapat terjadi kerusakan ginjal lebih lanjut dan berujung pada kematian. Salah satu pengobatan yang dapat dilakukan untuk meminimalkan risiko kerusakan ginjal lebih lanjut adalah hemodialisis (Putri *et al.*, 2023). Gagal ginjal kronik berlangsung perlahan-lahan selama tiga bulan atau lebih dan dapat menyebabkan gagal ginjal yang permanen (Garini, 2018).

Saat ini banyak studi menunjukkan bahwa prevalensi PGK meningkat di berbagai wilayah di seluruh dunia. Menurut data yang diperoleh *World Health Organization* (WHO), terdapat lebih dari 500 juta orang yang mengalami penyakit gagal ginjal kronik (Siwi & Budiman, 2021). Terjadi peningkatan penyakit gagal ginjal di *America* serikat dimana terdapat sekitar 200.000 orang mengalami penyakit gagal ginjal (Nurhayati *et al.*, 2021). Prevalensi PGK derajat II sampai V terus meningkat sejak tahun 1988 sejalan dengan peningkatan prevalensi penyakit diabetes dan hipertensi yang juga merupakan penyebab PGK. Prevalensi gagal ginjal kronik (sekarang disebut PGK) di Indonesia pada pasien usia lima belas tahun keatas di Indonesia yang didata berdasarkan jumlah kasus yang didiagnosis dokter adalah sebesar 0,2%. Prevalensi gagal ginjal kronik meningkat seiring bertambahnya usia, didapatkan meningkat tajam pada kelompok umur 25-44 tahun (0,3%), diikuti umur 45-54 tahun (0,4%), umur 55-74 tahun (0,5%), dan tertinggi pada kelompok umur ≥ 75 tahun (0,6%). Prevalensi pada laki-laki (0,3%) lebih tinggi dari perempuan (0,2%) (Aisara S dkk, 2018).

Prevalensi tertinggi adalah Sulawesi Tengah, Aceh dan Sulawesi Utara, Sebanyak 0,4%. Sampai saat ini ada tiga jenis terapi yang tersedia yaitu

hemodialisis, peritoneal dialisis dan transplantasi ginjal. Hemodialisis adalah pengalihan darah pasien dari tubuhnya melalui alat dialiser yang terjadi secara difusi dan ultrafiltrasi, kemudian darah kembali lagi kedalam tubuh pasien. Tujuan hemodialisis untuk membersihkan darah dari produk sisa-sisa metabolisme dan kelebihan air (Pujaningrum NFP, 2022).

Dengan metode tersebut diharapkan pengeluaran albumin yang terjadi pada pasien PGK dapat diturunkan, gejala uremia berkurang, sehingga gambaran klinis pasien juga dapat membaik. Hemodialisis dapat mempengaruhi gambaran klinis penderita PGK, berupa gejala mual muntah, anoreksia, anemia, pruritus, pigmentasi, kelainan psikis, insomnia, hipertensi, maupun gejala lainnya (Kurnia, 2022).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya diketahui bahwa kadar hemoglobin terhadap 23 orang pasien penderita gagal ginjal kronik (GGK) yang dilakukan di Laboratorium Patologi Klinik RSUD Kabupaten Buleleng diketahui, bahwa rentangan kadar hemoglobin pasien penderita gagal ginjal kronik berkisar antara 3 – 12 g/dL. Sedangkan, kadar hemoglobin orang normal berkisar antara 14 – 18 g/dL. Hal itu berarti kadar hemoglobin pasien penderita gagal ginjal berada di bawah kadar normal. Penurunan kadar hemoglobin pada penderita gagal ginjal kronik tersebut disebabkan oleh banyak faktor, seperti defisiensi hormon eritropoetin, defisiensi besi, berkurangnya masa hidup sel darah merah, hiperparatiroidisme berat, inflamasi akut atau kronik, infeksi, toksisitas aluminium, defisiensi asam folat dan hipotiroidisme. Akan tetapi, penyebab utama terjadinya penurunan kadar hemoglobin tersebut adalah defisiensi hormon eritropoetin (Akhdiyati HR, 2019).

Berdasarkan uraian latar belakang di atas sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang gambaran hematologi pada pasien gagal ginjal yang menjalani hemodialisa. Setelah dilakukan survei pendahuluan yang dilakukan di RSUD Cut Meutia Lhokseumawe jumlah data yang berkunjung ke poli dengan kejadian gagal ginjal sebanyak 25 orang selama 6 bulan terakhir.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah gambaran hematologi pada pasien gagal ginjal yang menjalani hemodialisa?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui gambaran hematologi pada pasien gagal ginjal yang menjalani hemodialisa.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui karakteristik (jenis kelamin, usia) pasien gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisa.
2. Mengetahui nilai Hemoglobin pada pasien gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisa.
3. Mengetahui Eritrosit pada pasien gagal ginjal kronik yang menjalani hemodialisa.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan peneliti tentang gambaran hematologi pada pasien gagal ginjal yang menjalani hemodialisa dan sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi di Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara.

1.4.2 Bagi Universitas Islam Sumatera Utara

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi atau sebagai sumber pengetahuan tentang gambaran hematologi pada pasien gagal ginjal yang menjalani hemodialisa.

1.4.3 Bagi Peneliti Selanjutnya

Hasil penelitian ini kiranya dapat dipertimbangkan agar dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya yang terkait gambaran hematologi pada pasien gagal ginjal yang menjalani hemodialisa.

1.4.4 Bagi Masyarakat

Diharapkan dengan hasil penelitian ini masyarakat mendapatkan informasi mengenai hematologi pada pasien gagal ginjal yang menjalani hemodialisa, serta mampu menanggulangi atau mawas diri dengan cara *skrining* yang telah disediakan di fasilitas kesehatan atau puskesmas terdekat.

1.4.5 Bagi Rumah Sakit

Diharapkan dengan hasil penelitian ini rumah sakit mendapatkan informasi mengenai tingginya prevalensi gagal ginjal dan dapat mengetahui informasi-informasi seperti program pencegahan kejadian gagal ginjal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gagal Ginjal

2.1.1 Definisi

Gagal ginjal adalah penyakit dengan fungsi organ ginjal mengalami penurunan sampai tidak dapat berkerja secara normal untuk menyaring pembuangan elektrolit tubuh, mengatur keseimbangan cairan dan zat kimia pada tubuh (sodium dan kalium) dalam darah serta urine (Triastuti I, 2017).

Gagal ginjal merupakan penyakit sistemik dan merupakan jalur akhir yang umum dari berbagai penyakit traktus urinarius dan ginjal. Gagal ginjal akut adalah penurunan fungsi ginjal secara mendadak, biasanya di tandai dengan peningkatan konsentrasi urea (azotemia) dan serum kreatinin yaitu oliguria (kurang dari 500 cc dalam 24 jam), hiperkalemia dan retensi natrium. Komplikasi yang dapat terjadi pada gagal ginjal akut dapat berupa hiperkalemia, perikarditis, uremia, efusi pleura dan asidosis (Triastuti I, 2017).

Gagal ginjal merupakan kondisi yang mengakibatkan ginjal kehilangan kemampuannya untuk mempertahankan volume dan komposisi cairan tubuh dalam keadaan asupan makan normal. gagal ginjal kronik berlangsung perlahan-lahan selama tiga bulan atau lebih dan dapat menyebabkan gagal ginjal yang permanen. Sampai saat ini ada tiga jenis terapi yang tersedia yaitu hemodialisis, peritoneal dialisis dan transplantasi ginjal (Triastuti I, 2017).

2.2 Gagal Ginjal Kronik

2.1.2 Definisi

Penyakit Ginjal Kronik (PGK) adalah suatu gangguan pada ginjal ditandai dengan abnormalitas struktur ataupun fungsi ginjal yang berlangsung lebih dari 3 bulan. PGK ditandai dengan satu atau lebih tanda kerusakan ginjal yaitu albuminuria, abnormalitas sedimen urin, elektrolit, histologi, struktur ginjal, ataupun adanya riwayat transplantasi ginjal, juga disertai penurunan laju filtrasi glomerulus (Gliselda, 2021).

2.1.3 Mekanisme

Mekanisme dasar terjadinya PGK adalah adanya cedera jaringan. Cedera sebagian jaringan ginjal tersebut menyebabkan pengurangan massa ginjal, yang kemudian mengakibatkan terjadinya proses adaptasi berupa hipertrofi pada jaringan ginjal normal yang masih tersisa dan hiperfiltrasi. Namun proses adaptasi tersebut hanya berlangsung sementara, kemudian akan berubah menjadi suatu proses maladaptasi berupa sklerosis nefron yang masih tersisa. Pada grade dini PGK, terjadi kehilangan daya cadang ginjal, pada keadaan dimana basal laju filtrasi glomerulus (LFG) masih normal atau malah meningkat. Secara perlahan tapi pasti akan terjadi penurunan fungsi nefron yang progresif (Gliselda, 2021).

2.1.4 Faktor Resiko

Modifikasi faktor resiko PGK dilakukan pada hipertensi, obesitas morbid, sindroma metabolik, hiperkolesterolemia, anemia, dan rokok. Menurut KDIGO, PGK dengan tanda-tanda kegagalan ginjal (serositis, gangguan keseimbangan asam-basa atau elektrolit, pruritus), kegagalan pengontrolan volume dan tekanan darah, gangguan status gizi yang refrakter, dan gangguan kognitif membutuhkan terapi hemodialisis. Pada penderita yang sudah mencapai PGK derajat IV ($eGFR < 30 \text{ mL}/\text{menit}/1,73 \text{ m}^2$) juga harus dimulai terapi hemodialisis. Faktor resiko penyakit ginjal kronik dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu (Gliselda, 2021) :

1. Faktor kerentanan pada penyakit ginjal kronik belum terbukti secara langsung dapat menyebabkan kerusakan ginjal, tetapi berguna untuk mengidentifikasi populasi yang beresiko tinggi terhadap penyakit ginjal kronik.
2. Faktor inisiasi adalah kondisi secara langsung dapat menyebabkan kerusakan terhadap ginjal dan dapat diubah dengan terapi farmakologi.
3. Faktor progresi adalah kondisi dimana tubuh gagal dalam mempertahankan cairan tubu

2.3 Grade gagal ginjal

Gagal ginjal kronis (GGK) adalah kondisi di mana fungsi ginjal menurun secara bertahap dan tidak dapat pulih, berlangsung lebih dari tiga bulan. Klasifikasi GGK umumnya didasarkan pada Laju Filtrasi Glomerulus (LFG), yang mengukur seberapa baik ginjal menyaring limbah dari darah. (Nurhaningsih et al., 2019) Berikut adalah tahapan GGK berdasarkan LFG :

- Stadium 1 : LFG ≥ 90 ml/menit/1,73 m². Fungsi ginjal normal atau meningkat, tetapi ada kerusakan ginjal yang terdeteksi (misalnya, melalui tes darah atau urin).
- Stadium 2 : LFG 60-89 ml/menit/1,73 m². Penurunan ringan pada fungsi ginjal.
- Stadium 3a : LFG 45-59 ml/menit/1,73 m². Penurunan fungsi ginjal tingkat sedang.
- Stadium 3b : LFG 30-44 ml/menit/1,73 m². Penurunan fungsi ginjal tingkat sedang hingga berat.
- Stadium 4 : LFG 15-29 ml/menit/1,73 m². Penurunan fungsi ginjal yang berat.
- Stadium 5 : LFG < 15 ml/menit/1,73 m². Gagal ginjal, di mana ginjal hampir atau sepenuhnya kehilangan kemampuannya untuk berfungsi, memerlukan terapi pengganti seperti dialisis atau transplantasi ginjal.

2.4 Indikasi Hemodialisa

Hemodialisa diindikasikan pada klien dalam keadaan akut yang memerlukan terapi dialisis jangka pendek (beberapa hari hingga beberapa minggu) atau klien dengan penyakit ginjal tahap akhir yang membutuhkan terapi jangka panjang/permanen. Secara umum indikasi dilakukan hemodialisa pada gagal ginjal kronis adalah (Fatma & Martsiningsih, 2019):

- 1) LFG kurang dari 15 ml/menit/1,73m² karena mengindikasikan fungsi ekskresi ginjal sudah minimal, sehingga terjadi akumulasi zat toksik dalam darah
- 2) Hiperkalemia
- 3) Asidosis
- 4) Kegagalan terapi konservatif
- 5) Kadar ureum lebih dari 200 mg/dl dan kreatinin lebih dari 6 mEq/L
- 6) Kelebihan cairan

7) Anuria berkepanjangan lebih dari 5 hari

2.5 *Estimated Glomerular Filtration Rate (eGFR)*

2.6 Hemodialisa

2.6.1 Definisi Hemodialisa

Hemodialisa merupakan proses pembersihan darah menggunakan suatu membran semipermeable atau yang biasa disebut ginjal buatan dengan cara memisahkan dan menyaring darah pasien dari zat-zat yang konsentrasinya berlebihan dalam tubuh (Firmansyah, 2021).

Berdasarkan prinsipnya hemodialisa darah ditempatkan berdampingan dengan cairan dialisat (pencuci) yang kemudian dipisahkan oleh membran semi permeabel). Mekanisme kerja hemodialisa menggunakan dua konsep yaitu difusi dan ultra filtrasi. Difusi adalah proses pembuangan zat-zat sisa metabolisme dari dalam darah (*blood purification*), sedangkan ultrafiltrasi adalah proses pengurangan kelebihan cairan dalam tubuh (*volume control*) (Firmansyah, 2021).

2.6.2 Proses Hemodialisa

Efektivitas hemodialisa dapat tercapai bila dilakukan 2-3 kali dalam seminggu selama 4-5 jam, atau paling sedikit 10-12 jam seminggu. Hemodialisa di Indonesia biasanya dilakukan 2 kali seminggu dengan lama hemodialisa 5 jam, atau dilakukan 3 kali seminggu dengan lama hemodialisa 4 jam. Sebelum hemodialisa dilakukan pengkajian pradiasis, dilanjutkan dengan menghubungkan pasien dengan mesin hemodialisa dengan memasang *bloodline* dan jarum keaksesveskuler pasien, yaitu akses masuknya darah ke dalam tubuh. Arteiovenousfistula adalah aksesvaskuler yang direkomendasikan karena cenderung lebih aman dan juga nyaman bagi pasien. Setelah blood line dan vaskuler terpasang, proses hemodialisa dimulai. Saat dialisis darah dialirkan ke luar tubuh dan disaring di dalam dialiser. Darah mulai mengalir dibantu pompa darah (Firmansyah, 2021).

Cairan normal saling diletakkan sebelum pompa darah untuk mengantisipasi adanya hipotensi introdialis. Infus heparin diletakkan sebelum atau sesudah pompa tergantung peralatan yang digunakan. Darah mengalir dari tubuh melalui akses arterial menuju ke dialiser sehingga terjadi pertukaran darah dan zat

sisanya. Darah harus dapat keluar dan masuk tubuh pasien dengan kecepatan 200-400 ml/menit. Proses selanjutnya darah akan meninggalkan dialiser. Darah yang meninggalkan dialiser akan melewati detector udara. Darah yang sudah disaring kemudian dialirkan kembali ke dalam tubuh melalui akses venosa. Dialisis diakhiri dengan menghentikan darah dari pasien, membuka selang normal saline dan membilas selang untuk mengembalikan darah dari pasien. Pada akhir dialisis sisa akhir metabolisme dikeluarkan. Keseimbangan elektrolit tercapai dan *buffer system* telah diperbarui (Firmansyah, 2021).

3 Tujuan Hemodialisa

Adapun tujuan dari terapi hemodialisa adalah untuk mempertahankan kehidupan dan kesejahteraan pasien sampai fungsi ginjal pulih kembali. Berikut tujuan dari terapi hemodialisa antara lain (Firmansyah, 2021):

- a. Menggantikan fungsi ginjal dalam fungsi ekskresi, yaitu membuang sisa metabolisme dalam tubuh, seperti ureum, kreatinin, dan sisa metabolisme yang lain.
- b. Menggantikan fungsi ginjal dalam mengeluarkan cairan tubuh yang seharusnya dikeluarkan sebagai urin saat ginjal sehat.
- c. Meningkatkan kualitas hidup pasien yang menderita penurunan fungsi ginjal.
- d. Menggantikan fungsi ginjal sambil menunggu program pengobatan yang lain.

4 Dampak Hemodialisa Terhadap Hemoglobin

Proses hemodialisa dapat mengakibatkan terjadinya fungsi ginjal terganggu dan terjadinya kehilangan darah sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan kadar hemoglobin dalam darah. Hal tersebut dapat menjadi salah satu sumber menurunnya zat besi dari waktu ke waktu, sehingga dapat menimbulkan terjadinya anemia. Semakin lama menjalani hemodialisa maka kadar hemoglobin (Hb) akan semakin turun. Maka dari itu dapat dikatakan bahwa kejadian anemia pada pasien penderita gagal ginjal kronik tidak hanya disebabkan oleh penurunan kadar

eritropoetin, melainkan juga dapat disebabkan oleh adanya injuri mekanis pada sel darah merah selama proses hemodialysis (Firmansyah, 2021).

2.7 Eritrosit

Sel darah merah atau eritrosit merupakan sel darah dengan jumlah paling banyak dalam tubuh manusia (Wahyudi, et.al, 2020). Fungsi utamanya adalah sebagai tempat metabolisme makanan untuk dapat menghasilkan energi serta mengangkut oksigen (O₂) dan Karbon dioksida (CO₂) (Mahmood & Mansor 2012). Sel darah merah normal selalu berbentuk bikonkaf, tidak memiliki inti, dan mengandung hemoglobin yang merupakan representasi warna merah di dalam darah. Kelainan pada eritrosit di mana keadaan pada eritrosit atau masa hemoglobin yang beredar tidak memenuhi fungsinya untuk menyiapkan oksigen pada jaringan tubuh (wahyudi, et.al, 2020). Eritrosit merupakan suatu komponen utama darah setelah leukosit, trombosit dan plasma (Daulay, et.al, 2013). Berdasarkan *American Cancer Society* (2009) sel darah merah normal pada tubuh kita dibagi menjadi 4 kategori umur yaitu : bayi, anak-anak, wanita dan pria. Rata-rata jumlah sel darah merah pada setiap kategori adalah 4,8-7,2 juta/kubik mm untuk bayi, 3,8-5,5 juta/kubik mm pada anak-anak, 4,2-5 juta/kubik mm pada wanita dan 4,6-6 juta/kubik mm pada pria. Jumlah sel darah merah berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Mahmood & Mansor, 2012). Perubahan bentuk eritrosit dapat disebabkan berkurangnya ATP (Adenosin trifosfat) pada eritrosit. Perubahan ATP (Adenosin trifosfat) pada eritrosit dapat menurun hingga 80-90% selama penyimpanan dan menyebabkan perubahan morfologi (Isti, 2018).

2.7.1 Pemeriksaan

Beberapa cara pemeriksaan eritrosit yang dilakukan adalah (Turgeon, 2017):

a. Pengambilan Sampel Darah

- Ambil sampel darah dari vena cubiti menggunakan jarum suntik steril.
- Masukkan darah ke dalam tabung vakum berisi antikoagulan EDTA.

- b. Persiapan Sampel
 - Kocok tabung darah perlahan agar antikoagulan tercampur merata dengan darah.
- c. Analisis Menggunakan *Hematology Analyzer*
 - Masukkan sampel darah ke dalam *hematology analyzer*.
 - Alat ini mengukur jumlah eritrosit, hemoglobin, hematokrit, *MCV*, *MCH*, dan *MCHC*.
- d. Pembuatan Apusan Darah Tepi
 - Teteskan darah pada slide kaca dan buat apusan dengan teknik dorong.
- e. Pewarnaan Apusan Darah
 - Warnai apusan darah menggunakan pewarna *Wright* atau Giemsa.
- f. Pemeriksaan Mikroskopis
 - Amati slide yang telah diwarnai di bawah mikroskop untuk mengidentifikasi morfologi eritrosit.
- g. Interpretasi Hasil
 - Bandingkan hasil dari *hematology analyzer* dengan pengamatan mikroskopis untuk menentukan diagnosis.

2.8 Hemoglobin

Hemoglobin merupakan sebuah biomolekul yang mengandung zat besi dan dapat mengikat oksigen. Hemoglobin akan mengambil oksigen dari paru-paru dan oksigen akan dilepaskan ketika eritrosit melewati pembuluh darah kapiler. Sehingga hemoglobin dan eritrosit bertanggung jawab besar pada proses transportasi oksigen ke seluruh tubuh. Kekurangan hemoglobin dan eritrosit dalam tubuh akan menyebabkan jumlah oksigen yang diangkut ke dalam jaringan berkurang. Pada keadaan normal kadar hemoglobin dalam darah berkisar antara 13-18 g/dL untuk laki-laki dan untuk perempuan 12-16 g/dL. Sedangkan kadar eritrosit normalnya berada di rentang $4.4-5.6 \times 10^6$ sel/ mm^3 untuk laki laki dan $3.8-5.0 \times 10^6$ sel/ mm^3 untuk perempuan. Bila jumlah oksigen yang diberikan berkurang maka kinerja organ-organ dalam tubuh akan menurun dan proses fisiologis akan

terganggu. Salah satu organ yang terganggu adalah otak. Otak adalah jaringan yang memerlukan energi dalam jumlah besar setiap saat. Dalam keadaan kadar hemoglobin rendah berbagai organ tubuh akan menyesuaikan fungsinya dengan keadaan yang tidak optimum tersebut termasuk kinerja otak. Akibatnya kinerja otak akan berkurang sesuai dengan jumlah oksigen yang diperolehnya (Arnanda Et al, 2019).

2.8.1 Pemeriksaan

Beberapa cara pemeriksaan hemoglobin yang dilakukan adalah :

- a. Cara *tallquist* yaitu metode yang menggunakan kertas *tallquist* dan memiliki standart warna kemudian membandingkan warna merah yang terdapat pada darah.
- b. Metode sahli atau kolorimetris yaitu proses pembentukan hematin dan fotoelektris serta sianmetoxyhemoglobin.
- c. Metode yang berdasarkan berat jenis darah dilihat dari tetesan darah tenggelam, melayang atau mengapung adalah cara cupri sulfat.
- d. Metode yang menentukan kadar Fe diikat oleh sejumlah gas tertentu biasa disebut cara kimia.
- e. Caraanon-sian methemoglobi (*automated hematology analyser*), yaitu memakai reagen *sodium laury sulfat (SLS)* dan relatif lebih aman dibanding reagen yang dipakai terhadap metode sianmethemoglobin.
- f. Metode amperometerib (stik Hb), yaitu menggunakan deteksi sebagai pengukuran arus dihasilkan pada sebuah reaksi elektrokimia.

2.9 Hematokrit

Hematokrit merupakan persentase seluruh volume eritrosit yang dipisahkan dari plasma dengan cara memutarnya di dalam tabung khusus dengan waktu dan kecepatan tertentu dimana nilainya dinyatakan dalam persen (%). Pemeriksaan hematokrit termasuk pemeriksaan darah lengkap, umumnya pemeriksaan darah lengkap telah menggunakan alat otomatis berupa *hematology analyzer* sehingga hasilnya dapat diperoleh dengan cepat. Hematokrit dapat diperiksa menggunakan 2 metode yaitu metode manual dan otomatis. Pemeriksaan hematokrit metode

manual terdiri dari 2 metode yaitu metode mikrohematokrit dan makrohematokrit (Afiyanti, 2017). Akan tetapi, metode yang sering digunakan bagi tenaga kesehatan adalah metode mikrohematokrit dikarenakan lebih cepat dan mudah dibandingkan dengan metode makrohematokrit yang pemeriksaannya membutuhkan sampel yang banyak dan waktu yang lama. Metode pemeriksaan secara mikrohematokrit berprinsip pada darah dengan antikoagulan disentrifus dalam jangka waktu dan kecepatan tertentu, sehingga sel darah dan plasma terpisah dalam keadaan rapat. Presentase volume kepadatan sel darah merah terhadap volume darah semula dicatat sebagai hasil pemeriksaan hematokrit (Chairani et al, 2022).

2.9.1 Pemeriksaan

Beberapa cara pemeriksaan eritrosit yang dilakukan adalah (Turgeon, 2017):

- a. Pengambilan Sampel Darah
 - Ambil sampel darah vena menggunakan jarum suntik steril dan masukkan ke dalam tabung vakum dengan antikoagulan (EDTA).
- b. Persiapan Sampel
 - Kocok tabung darah perlahan agar antikoagulan tercampur merata dengan darah.
- c. Pengisian Kapiler Mikrohematokrit
 - Isi kapiler mikrohematokrit dengan darah hingga sekitar 75% volumenya.
- d. Penyegelan Kapiler
 - Segel salah satu ujung kapiler menggunakan bahan penyegel seperti lilin atau tanah liat khusus.
- e. Sentrifugasi Sampel
 - Tempatkan kapiler dalam *centrifuge* mikrohematokrit dan sentrifugasi dengan kecepatan tinggi selama 5 menit.
- f. Pembacaan Hasil Hematokrit
 - Gunakan pembaca mikrohematokrit untuk mengukur persentase eritrosit setelah sentrifugasi.

g. Interpretasi Hasil

- Catat hasil pembacaan dan bandingkan dengan nilai referensi normal untuk menentukan kondisi kesehatan pasien.

h. Analisis Menggunakan *Hematology Analyzer*

- *Hematology analyzer* merupakan alat otomatis digital yang memperoleh hasil sangat cepat dan dapat dilakukan pada beberapa parameter pemeriksaan seperti pemeriksaan darah lengkap yang meliputi hemoglobin, eritrosit, indeks eritrosit, leukosit, trombosit, dan hematokrit. Selain itu kelebihan alat ini yaitu volume sampel tidak banyak, tidak memerlukan perlakuan yang sulit karena darah yang diperoleh dapat langsung dilakukan pembacaan hasil dengan waktu yang sangat singkat (Arini dkk, 2024).

2.10 Lebar Distribusi Sel Darah Merah (RDW)

Salah satu parameter pemeriksaan anemia defisiensi besi adalah berdasarkan *automatic cell counter*. *Automatic cell counter* dapat memperkirakan koefisien variasi volume sel darah merah atau *Red Blood Cell Distribution Width* (RDW). RDW (*Red Blood Cell Distribution Width*) adalah perbedaan ukuran atau luas dari sel darah merah. RDW dianggap berguna dalam klasifikasi awal anemia karena RDW berguna untuk memperkirakan terjadinya anemia dini, dan sebelum terjadi tanda dan gejala. Peningkatan nilai RDW mengindikasikan anemia defisiensi besi, defisiensi asam folat, dan defisiensi vitamin B12 (Idris et al, 2021).

2.10.1 Pemeriksaan

Beberapa cara pemeriksaan eritrosit yang dilakukan adalah (Turgeon, 2017):

a. Pengambilan Sampel Darah

- Ambil sampel darah vena menggunakan jarum suntik steril.
- Masukkan darah ke dalam tabung vakum berisi antikoagulan EDTA.

b. Persiapan Sampel

- Kocok tabung darah perlahan agar antikoagulan tercampur merata dengan darah.

c. Analisis Menggunakan *Hematology Analyzer*

- Masukkan sampel darah ke dalam *hematology analyzer*.
- Alat ini akan mengukur parameter hematologi termasuk RDW.

2.11 Mean Corpuscular Volume (MCV)

Mean Corpuscular Volume (MCV) merupakan parameter penting dalam hematologi klinis yang mengukur rata-rata volume eritrosit dalam darah. *MCV* diukur dalam *femtoliter (fl)* dan memberikan informasi vital tentang ukuran relatif sel darah merah dengan batas normal 81 sampai 96 μm^3 . Eritrosit yang lebih besar dari nilai normal *MCV* mungkin mengindikasikan keadaan seperti anemia megaloblastik, yang sering kali terkait dengan defisiensi vitamin B12 atau asam folat. Sebaliknya, eritrosit yang lebih kecil dari nilai normal *MCV* dapat menunjukkan kondisi seperti anemia defisiensi zat besi atau talasemia. Melalui *MCV*, dokter dapat mengidentifikasi gangguan hematologi tertentu dan merencanakan penanganan yang sesuai. (Syahrial, 2021)

2.12 Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)

Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) adalah parameter hematologi yang penting yang mengukur rata-rata jumlah hemoglobin dalam setiap sel darah merah (eritrosit). *MCH* diukur dalam pikogram (pg) dan memberikan gambaran tentang jumlah hemoglobin yang dibawa oleh setiap eritrosit dengan nilai normal 27 sampai 31 pg per sel darah. Hal ini membantu dalam menilai kapasitas eritrosit untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Nilai *MCH* yang tinggi dapat mengindikasikan kondisi seperti anemia defisiensi zat besi atau talasemia, sedangkan nilai yang rendah dapat menunjukkan anemia megaloblastik atau kekurangan asam folat. Dalam konteks klinis, pemahaman terhadap *MCH* sangat penting dalam diagnosis dan penanganan berbagai gangguan hematologi. (Syahrial, 2021)

2.13 Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)

Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) adalah parameter hematologi yang mengukur konsentrasi rata-rata hemoglobin dalam eritrosit darah. Ini merupakan indikator penting dari kemampuan eritrosit untuk mengangkut oksigen. *MCHC* diukur dalam gram per desiliter (g/dL) dan memberikan informasi tentang kekayaan hemoglobin dalam setiap volume sel darah merah dengan batas normal 30 sampai 36 g/100mL darah. Nilai *MCHC* yang tinggi dapat mengindikasikan dehidrasi atau keadaan di mana eritrosit lebih padat dengan hemoglobin, seperti dalam spherocytosis herediter. Di sisi lain, nilai yang rendah dapat menggambarkan anemia, di mana eritrosit memiliki konsentrasi hemoglobin yang lebih rendah dari biasanya. Pemahaman *MCHC* penting dalam diagnosis dan pemantauan berbagai kondisi medis yang berkaitan dengan kelainan hematologi. (Syahrial, 2021)

3 Glomerulus Filtration Rate (GFR)

Glomerulus Filtration Rate (GFR) adalah salah satu parameter untuk mengetahui fungsi ginjal. GFR menggambarkan fungsi ginjal yang kita miliki dan umumnya diperkirakan dari tingkat kreatinin darah. GFR atau LFG (laju filtrasi glomerular) adalah tes terbaik untuk mengukur tingkat fungsi ginjal dan menentukan stadium penyakit ginjal (Veronika & Hartono, 2019).

The National Kidney Foundation merekomendasi bahwa estimated GFR (eGFR) dapat diperhitungkan sesuai dengan kreatinin serum. Perhitungan GFR berdasarkan kreatinin serum, usia, ukuran tubuh, jenis kelamin, dan ras tanpa membutuhkan kadar kreatinin urin menggunakan persamaan Cockcroft and Gault (1973) (Verdiansah, 2016) .

Rumus Cockcroft and Gault :

$$\text{GFR mL/min} = \frac{(140 - \text{Usia}) \times \text{Weight (kg)} \times (0,85 \text{ pada perempuan})}{72 \times \text{S}_{\text{Cr}} \text{ (mg/dL)}}$$

Keterangan :

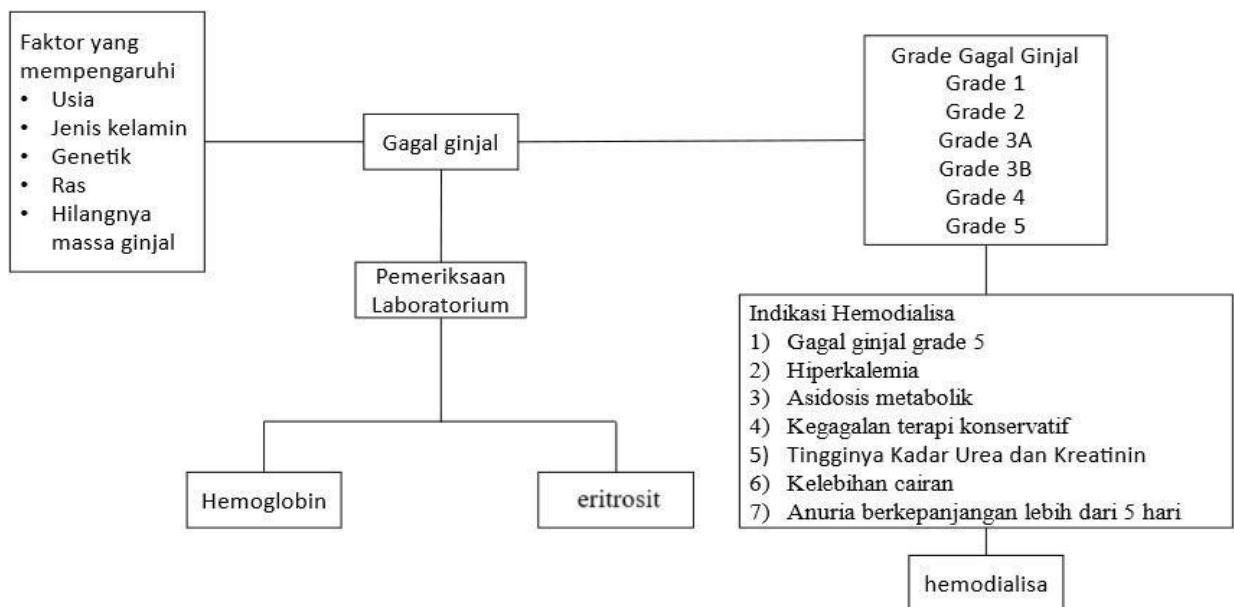
S_{Cr} : Serum Kreatinin

The Abbreviated Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) mempunyai persamaan untuk mengukur GFR dengan meliputi empat variabel, yaitu kreatinin plasma, usia, jenis kelamin, dan ras. Persamaan MDRD digunakan untuk mengukur estimated glomerular filtration rate (eGFR) (Verdiansah, 2016).

Rumus MDRD :

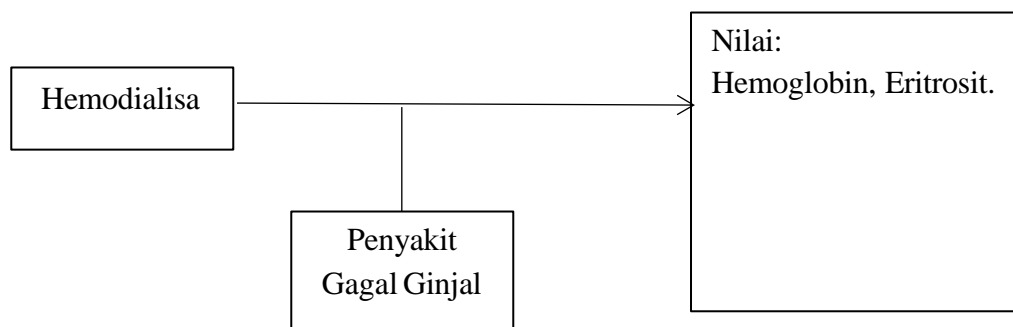
$$eGFR \text{ (ml/menit/1,73 m}^2\text{)} = 175 (S_{Cr})^{-1.54} \times (\text{Usia})^{-0.203} \times (0,742 \text{ pada perempuan)} \times 1,210 \text{ pada ras African – American}$$

4 Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori

5 Kerangka Konsep



Gambar 2. 2 Kerangka Konsep