

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hemoglobin

1. Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) adalah komponen paling penting dalam darah manusia, serta bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Kadar hemoglobin merupakan parameter klinis dalam pemeriksaan hematologi rutin yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya gangguan kesehatan pada pasien, selain itu pemeriksaan kadar hemoglobin juga berguna untuk menilai tingkat anemia, respons terhadap terapi anemia, atau perkembangan penyakit yang berhubungan dengan anemia dan polisitemia (Arini dkk.,2023). Kadar hemoglobin dalam darah merupakan parameter yang digunakan untuk menetapkan prevalensi anemia pada ibu hamil (Mujahadatuljannah dkk.,2024).

Kandungan zat besi yang terdapat dalam hemoglobin membuat darah berwarna merah. Pada pemeriksaan hemoglobin dapat dilakukan dengan menggunakan minimal 2 kali selama kehamilan yaitu trimester I (umur kehamilan sebelum 12 minggu) dan trimester III (umur kehamilan 28 sampai 36 minggu) (Simorangkir dkk., 2025).

2. Fungsi dan Pembentukan Hemoglobin

Hemoglobin berperan penting dalam transpor oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh, serta menangkap karbon dioksida dari jaringan untuk dibawa kembali ke paru-paru, tempat zat-zat tersebut dilepaskan ke udara pernapasan. Mutasi ini dapat mengganggu fungsi hemoglobin, salah satunya dengan mengurangi kemampuan molekul dalam mengikat dan mengangkut oksigen secara efisien (Mujahadatuljannah dkk.,2024).

Pembentukan hemoglobin memerlukan sejumlah nutrisi esensial, terutama zat besi (Fe), vitamin B12 (sianokobalamin), dan asam folat (asam pteroilglutamat). Dalam proses produksi eritrosit, dibutuhkan sekitar 1 mg zat besi untuk setiap mililiter eritrosit yang terbentuk. Setiap harinya, tubuh membutuhkan 20–25 mg zat besi guna mendukung eritropoiesis, dengan sekitar 95% kebutuhan tersebut dipenuhi melalui daur ulang zat besi dari pemecahan eritrosit tua dan degradasi hemoglobin. Apabila terjadi defisiensi zat besi, proses pembelahan sel terganggu sehingga menghasilkan eritrosit berukuran lebih kecil dari normal (mikrositik) dan disertai penurunan kandungan hemoglobin dalam sel, yang dapat berkontribusi pada terjadinya anemia mikrositik hipokromik (Mujahadatuljannah dkk.,2024).

3. Kadar Normal Hemoglobin pada Ibu Hamil

Pemeriksaan kadar hemoglobin dilakukan menggunakan **Hematology Analyzer** sesuai prosedur laboratorium. Sampel darah yang telah diambil dimasukkan ke dalam alat, dan hasil pembacaan kadar Hb ditampilkan dalam satuan gram per desiliter (g/dL). Hasil pemeriksaan ini kemudian dikategorikan sesuai panduan terbaru WHO (2024):

Tabel 1 Rentang Kadar Hemoglobin Normal menurut WHO, 2024

Trimester	Rentang Kadar Hb Normal (g/dL)	Keterangan
Trimester I	$\geq 11,5$ g/dl	Awal kehamilan, kadar Hb relatif tinggi karena volume plasma belum meningkat signifikan.
Trimester II	$\geq 10,5$ g/dl	Terjadi penurunan fisiologis akibat hemodilusi (peningkatan volume plasma darah).
Trimester III	$\geq 11,5$ g/dl	Sedikit meningkat setelah tubuh menyesuaikan diri dengan peningkatan eritropoiesis.

4. Metode Pengukuran Hemoglobin

a. Metode Hematology Analyzer

Hematology analyzer adalah alat pemeriksaan parameter hematologi secara otomatis yang biasa digunakan dalam Laboratorium hematologi. Hematology analyzer biasa digunakan untuk mengukur sampel darah pasien yang meliputi hitung sel darah sebagai bagian dari mendeteksi dan monitoring suatu penyakit. Secara umum, teknologi yang digunakan alat Hematology analyzer adalah elektrik impedansi dan optik. Teknologi ini dikombinasikan dengan reagen pelisis darah ataupun yang sejenis reagen untuk menganalisis sel darah (Salsabila dkk.,2025).

Hematology analyzer dapat mempersingkat waktu pembacaan sampel darah yang bukan hanya dapat menghitung jumlah sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan trombosit (platelet) saja, prinsip alat ini ialah menilai bentuk, ukuran, kadar hemoglobin, kadar hematokrit, indeks eritrosit (MCV, MCH dan MCHC) (Salsabila dkk.,2025).

Pemeriksaan kadar hemoglobin dengan metode Hematology analyzer dimulai dengan menghomogenkan sampel sebanyak 8 kali. Kemudian memasukkan sampel yang sudah di homogenkan. Tekan tombol pada layar monitor kemudian tekan tombol ID dan masukkan nomor sampel yang akan digunakan, lalu tekan enter. Tekan bagian atas dari tempat sampel dan letakkan sampel ke dalam adaptor kemudian otomatis dan akan muncul hasil pada layar kemudian mencatat hasil pemeriksaan yang tertera pada layar (rahmatullah dkk.,2023).

b. Metode Point of Care Testing (POCT)

Metode POCT memiliki prinsip kerja yaitu menghitung kadar hemoglobin pada sampel berdasarkan perubahan potensial listrik yang terbentuk secara singkat yang dipengaruhi oleh interaksi kimia antara sampel yang diukur dengan elektroda pada reagen strip. Alat yang digunakan pada metode POCT menggunakan teknologi biosensor sehingga dapat menghasilkan muatan listrik

hasil interaksi antara hemoglobin dalam darah dengan elektroda strip (Puspitasari dkk.,2020).

Hasil pemeriksaan hemoglobin metode POCT cenderung tinggi jika dibandingkan metode sianmethemoglobin, akan tetapi pengambilan darah pada pembuluh darah kapiler dengan pembuluh darah vena memiliki pengaruh yaitu pada saat pengambilan darah kapiler dilakukan pemijatan terlebih dahulu sehingga menyebabkan cairan sel ikut keluar bercampur darah sehingga darah lebih encer daripada darah vena (Puspitasari dkk.,2020).

c. Metode Tembaga Sulfat

Metode tembaga sulfat (CuSO_4) sering digunakan untuk menetapkan kadar Hb dari donor yang diperlukan untuk transfusi darah. Hasil metode ini dibaca dalam persentase Hb. Kadar Hb seorang donor dianggap cukup bila nilainya sekitar 80% Hb. Tes ini dilakukan dengan meneteskan darah kapiler 1 tetes di atas permukaan larutan CuSO_4 Biji 1,053 dengan volume 300–500 ml di dalam gelas takar. Setelah ditetaskan, dilihat apakah darah terapung, melayang atau terbenam. Darah terapung menunjukkan bahwa kadar Hb kira-kira <80%. Darah melayang menunjukkan kadar Hb kira-kira berkisar 80%, sedangkan darah terbenam menunjukkan kadar Hb di atas 80%.¹² Pada referensi lain, kategori hasil pembacaan adalah kisaran nilai Hb di bawah 80 g/l, antara 80-100 g/l dan di atas 100 g/l. Pada metode ini tetesan darah dibiarkan jatuh ke dalam larutan tembaga sulfat yang setara dengan berat jenis hemoglobin darah isi 100g/l dan pergerakan tetesan diamati. Tes diulang dengan kandungan hemoglobin 80g/ l (Faatih dkk.,2020).

d. Metode Sahli (Acid Hematin)

Metode Sahli merupakan teknik pengukuran kadar hemoglobin yang dilakukan melalui observasi visual . Dalam prosedur ini, sampel darah diencerkan dengan larutan HCl sehingga hemoglobin berubah menjadi asam hematin, kemudian dicampur dengan air suling hingga warnanya cocok dengan standar yang telah ditetapkan. Pemilihan HCl didasarkan pada sifatnya sebagai asam

monoprotik yang jarang terlibat dalam reaksi redoks. Selain itu, asam ini dianggap paling aman dibandingkan asam kuat lainnya. HCl juga mengandung ion klorida yang bersifat tidak reaktif dan tidak toksik. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan ini, asam klorida menjadi reagen pengasam yang sangat efektif. Ketika HCl ditambahkan ke dalam darah, asam tersebut akan menghidrolisis hemoglobin menjadi globin dan ferroheme (Kusumawati dkk.,2018).

e. Metode Cyanmethemoglobin (Drabkin's Method)

Metode cyanmethemoglobin memiliki sensitivitas dan spesifisitas cukup tinggi, serta memberikan hasil pembacaan hasil yang stabil. Kekurangan pemeriksaan Hb dengan metode cyanmethemoglobin antara lain adalah kemungkinan kesalahan interpretasi atau pembacaan hasil yang dapat timbul akibat stasis vena saat pengambilan darah yang menyebabkan kadar hemoglobin lebih tinggi dari seharusnya. Selain itu, penggunaan darah kapiler menyebabkan kontaminasi cairan jaringan yang menyebabkan kadar hemoglobin lebih rendah dari seharusnya (Faatih dkk., 2020).

Faktor penyebab kesalahan juga dapat terjadi karena tidak mencocok darah sewaktu mengambil bahan untuk pemeriksaan, terdapat bekuan darah, menggunakan reagen atau larutan standar yang sudah tidak baik lagi, menggunakan pipet 20 μ l atau 5,0 ml yang tidak akurat (sehingga perlu dilakukan kalibrasi pipet), cara memipet sampel darah dan reagen yang tidak tepat, spektrofotometer yang kurang baik, misalnya pengaturan panjang gelombang yang tidak tepat (karena itu perlu dilakukan kalibrasi panjang gelombang), perubahan tegangan listrik yang memengaruhi pembacaan absorbansi, darah yang lipemik yang dapat menyebabkan hasil yang lebih tinggi dari seharusnya, dan keadaan leukositosis berat ($> 50.000/\mu$ l) yang menyebabkan hasil pengukuran kadar hemoglobin lebih tinggi dari seharusnya (Faatih dkk., 2020).

f. Metode Tallquist

Metode Tallquist dalam mengukur kadar Hb termasuk sangat sederhana, cepat dan murah. Selain tidak memerlukan listrik, reagen khusus juga tidak dipakai, melainkan dengan menggunakan kertas saring yang spesifik. Prinsip kerja

cara ini adalah dengan membandingkan darah asli dengan suatu skala warna yang bertingkat-tingkat mulai dari warna merah muda sampai warna merah tua (mulai 10% sampai 100%). Sebagai patokan perhitungan dasar, nilai 100% setara dengan 15,8 gram Hb per 100 ml darah. Namun, cara ini tidak cukup teliti dalam menentukan kadar Hb dengan tingkat kesalahan antara 25-50% (Faatih dkk.,2020).

B. Kehamilan

1. Pengertian Kehamilan

Kehamilan adalah proses alami yang menyebabkan perubahan dalam tubuh untuk meneruskan keturunan, dimulai dari konsepsi hingga kelahiran janin yang berkembang di dalam rahim ibu. Proses kelahiran normal biasanya berlangsung selama 38 hingga 40 minggu atau 9 bulan dihitung dari hari pertama menstruasi terakhir (Fasiha,2023) .

Kehamilan bisa berkembang menjadi masalah dan membawa resiko bagi ibu hamil serta mengancam jiwanya. Sebagian penyebab dapat dicegah melalui pemberian pelayanan kesehatan ibu hamil, dapat diwujudkan melalui pemberian pelayanan antenatal sekurang-kurangnya 4 kali selama masa kehamilan, untuk menjamin perlindungan terhadap ibu hamil dan janin, berupa deteksi dini faktor resiko, pencegahan dan penanganan dini komplikasi kehamilan. Salah satu pelayanan antenatal yang dilakukan adalah pelayanan tes laboratorium sederhana, minimal tes kadar hemoglobin (Hb) dan golongan darah (Simorangkir,dkk.,2021).

2. Perubahan Fisiologis pada Kehamilan yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

Selama kehamilan, kadar hemoglobin mengalami perubahan sesuai dengan trimester. Pada trimester I, kadar hemoglobin relatif normal karena peningkatan volume plasma belum signifikan. Memasuki trimester II, terjadi penurunan hemoglobin akibat peningkatan volume plasma yang lebih besar dibanding jumlah sel darah merah (hemodilusi). Pada trimester III, kadar hemoglobin sedikit

meningkat kembali, namun tetap berisiko menurun apabila kebutuhan zat besi tidak terpenuhi yang bisa mengakibatkan anemia (Amirah,dkk.,2025).

C. Anemia

1. Pengertian Anemia

Anemia adalah suatu keadaan dimana kondisi tubuh kekurangan sel darah merah (eritrosit) dalam darah sehingga jaringan kekurangan oksigen. Anemia pada kehamilan salah satu kondisi yang dapat terjadi pada ibu hamil, kasus ini yang sering terjadi di kehamilan trimester 1, 2, dan 3. Anemia kehamilan biasa disebut dengan “potential danger to mother and child” (potensi membahayakan ibu dan anak) sehingga anemia yang terjadi pada ibu hamil harus diperhatikan secara khusus dari semua pihak yang terkait dalam pelayanan kesehatan (Salsabila & Wibowo,2025). Anemia suatu keadaan yang ditunjukkan dengan kadar Hb lebih rendah dari batas normal untuk kelompok orang yang bersangkutan, dengan kadar Hb normal pada wanita yang sedang menstruasi adalah 12,0 gr/dL dan ibu hamil 11,5 gr/dL dengan angka kejadian pada wanita hamil berkisar antara 20% sampai 89%. Prevalensi kejadian anemia tertinggi terjadi pada kelompok ibu hamil, dengan kejadian rata-rata di negara maju sebanyak 18%, sedangkan rata-rata kejadian anemia terbanyak pada negara berkembang yaitu sekitar 63,5%-80% (Salsabila & Wibowo,2025)

Kondisi ini terjadi karena rendahnya kadar hemoglobin menyebabkan penurunan suplai oksigen dan nutrisi ke jaringan tubuh, termasuk plasenta. Akibatnya pertumbuhan janin dapat terganggu serta meningkatkan risiko komplikasi kehamilan dan persalinan (Fowor&Wahyunita,2021).

2. Hubungan Anemia dengan Kejadian Atonia Uteri

Atonia uteri merupakan kegagalan serabut-serabut otot miometrium uterus untuk berkontraksi dan memendek. Penyebab atonia uteri sangat kompleks, baik faktor langsung maupun tidak langsung diantaranya anemia dalam kehamilan. Atonia uteri merupakan penyebab perdarahan postpartum paling banyak dan juga memberikan sumbangan terbesar pada angka kematian ibu di Indonesia. Angka

kematian ibu (AKI) adalah salah satu acuan indikator untuk menentukan derajat kesehatan masyarakat. Anemia pada kehamilan meningkatkan risiko kejadian atonia uteri. Anemia dalam kehamilan didefinisikan sebagai kadar hemoglobin 10 gr/dL (Ht <30%) dan jika kadar Hb dibawah 11gr/dL pada awal kehamilan. Anemia terjadi pada 1/3 dari perempuan selama trimester ketiga. Penyebab paling umum adalah defisiensi zat besi dan folat. Anemia pada masa kehamilan yang tidak tertangani baik sampai akhir kehamilan maka akan berpengaruh pada saat post partum untuk mengalami atonia uteri. Hal ini disebabkan oksigen yang dikirim ke uterus kurang. Bila jumlah oksigen yang diikat berkurang maka kinerja organ yang bersangkutan akan menurun, sedangkan kelancaran proses tertentu akan terganggu (Purwanti dkk,2022).

3. Penyebab dan Dampak Anemia Pada Ibu Hamil

Anemia yang terjadi pada kehamilan sebagian besar disebabkan oleh kekurangan zat besi (anemia defisiensi besi) yang disebabkan kurangnya masukan unsur besi dalam makanan, gangguan penyerapan zat besi, masalah konsumsi atau karena banyaknya zat besi yang keluar dari dalam tubuh, dengan gejala yang sering dirasakan adalah terjadi keluhan pusing, mudah lelah, kulit pucat, mual dan penurunan kualitas rambut dan kulit. Upaya yang dilakukan dalam penanggulangan dan pencegahan anemia adalah pemberian suplementasi tablet Fe dan menanggulangi penyebabnya. Selain itu, mengkonsumsi makanan dengan kandungan zat besi dan mengubah kebiasaan pola makan dengan mengkonsumsi makanan seperti buah dan sayuran (Fowor&Wahyunita,2021).

Rendahnya kapasitas daya angkut oksigen dalam memenuhi kebutuhan organ vital nya pada ibu hamil dan janin saat terjadi anemia menyebabkan kapasitas darah yang membawa oksigen menjadi rendah sehingga memacu kerja organ jantung untuk meningkat dan bekerja keras dan dapat mengakibatkan gagal jantung dan komplikasi lainnya seperti preeklamsia. Anemia pada kehamilan tidak hanya berdampak pada ibu yang sedang mengandung tetapi juga bayi yang

dilahirkan terkait risiko kelahiran prrematur atau bayi akan lahir sebelum usia kehamilan 37 minggu (Fowor&Wahyunita,2021).

selain itu anemia juga dapat dipengaruhi oleh defisiensi zat besi, defisiensi vitamin B12, defisiensi asam folat, penyakit infeksi, faktor bawaan dan perdarahan,8 jumlah gravida mempengaruhi anemia dalam kehamilan, semakin sering wanita hamil dan melahirkan, akan semakin besar kemungkinan cadangan nutrisi dan zat besi terkuras,sehingga ibu lebih rentan mengalami anemia karena rendahnya zat besi yang disimpan dalam ibu yang memiliki lebih banyak kehamilan dan sedikit mendapat asupan suplemen zat besi (Fowor & Wahyunita, 2021).

4. Klasifikasi Anemia

a.. Morfologi

Indeks eritrosit merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk menunjang diagnosis anemia berdasarkan morfologi eritrosit. Pemeriksaan indeks eritrosit salah satunya Mean Corpuscular Volume (MCV) atau VER (Volume Eritrosit Rerata), merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui volume rata-rata eritrosit yang menggambarkan ukuran eritrosit dalam satuan fL (femtoliter). Dalam menentukan indeks eritrosit MCV dibutuhkan data jumlah eritrosit dan nilai hematokrit (Salsabilla & Wibowo,2025).

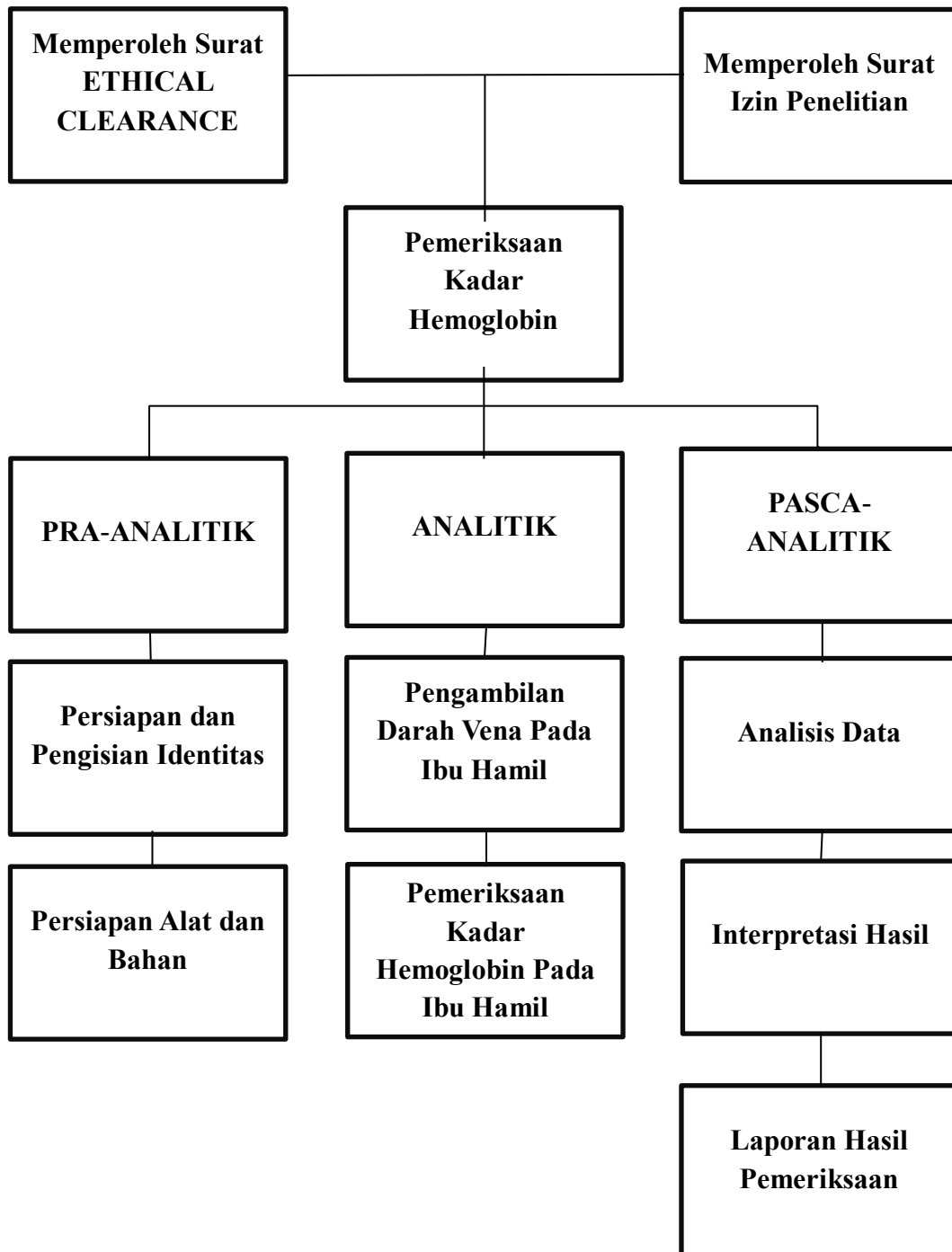
Klasifikasi anemia berdasarkan ukuran sel eritrosit yaitu normositik, mikrositik, dan makrositik. Anemia makrositik dengan nilai di atas kisaran normal dan eritrosit berukuran besar, maupun anemia normositik dengan nilai kisaran normal dan eritrosit berukuran normal. Anemia mikrositik terjadi karena penurunan sintesis hemoglobin yang pada akhirnya merupakan akibat penurunan kecepatan sintesis heme atau globin. Penurunan nilai MCV pada anemia mikrositik dapat terjadi beberapa penyebab antara lain anemia defisiensi zat besi (kekurangan zat besi), (thalassemia, anemia sel sabit, hemoglobin C), dan keracunan timbal. Nilai MCV yang rendah dapat disebabkan oleh kekurangan zat besi dengan gejala pucat, kelelahan, sakit kepala dan bisa dikarenakan perdarahan

kronis. Anemia normositik disebabkan oleh gangguan produksi sel darah merah. Normalnya nilai MCV pada anemia normositik dapat terjadi beberapa penyebab antara lain peradangan pada bagian tubuh tertentu, anemia hemolitik yang terjadi pada : kelainan intrinsik sel darah merah, kelainan hemoglobin seperti penyakit sickle cell dan kelainan ekstrinsik sel darah merah, autoimun seperti virus, dan berhubungan dengan kelainan limfoid. Nilai MCV yang normal biasanya dengan gejala seperti rasa lelah atau lemas, pucat, merasa pusing, dan terkadang mengalami sesak napas (Salsabilla & Wibowo,2025).

b. Etiologi

Secara umum jenis anemia ang paling sering dijumpai di dunia adalah anemia defisiensi besi, anemia akibat penyakit kronik. Pola etiologi anemia di daerah tropis merupakan penyebab tersering yang disusul oleh anemia. Pada wanita hamil anemia karena defisiensi folat perlu juga mendapat perhatian (Bakta, 2017). Klasifikasi anemia berdasarkan etiopatogenesis yaitu anemia karena gangguan pembentukan eritrosit di sumsum tulang (kekurangan pembentuk sel, gangguan pemanfaatan besi, kerusakan sumsum tulang, kekurangan eritropoietin), anemia akibat perdarahan (hemoragi), anemia hemolitik (kerusakan eritrosit berlebihan) (Bakta, 2017).

D. Kerangka Konsep



Gambar 1 Kerangka Konsep