

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Sistem Hematologi

Sistem hematologi adalah sistem fisiologis yang memainkan peran krusial dalam pengangkutan oksigen, pertahanan tubuh, serta proses hemostasis. Sistem ini mencakup eritrosit, leukosit, trombosit, dan plasma darah. Gangguan pada sistem hematologi dapat mengganggu keseimbangan metabolik dan fungsi organ tubuh, sehingga pemeriksaan hematologi menjadi elemen penting dalam layanan kesehatan (Kementerian Kesehatan RI, 2021).

Pemeriksaan hematologi rutin dilakukan melalui pemeriksaan darah lengkap (*Complete Blood Count/CBC*) yang menyediakan gambaran kuantitatif dan kualitatif sel darah, serta menjadi fondasi untuk mendeteksi kelainan hematologi seperti anemia (Hoffbrand & Moss, 2016).

2. Anemia

Anemia adalah kondisi di mana kadar hemoglobin berada di bawah kisaran normal, yang mengurangi kemampuan darah untuk mengangkut oksigen secara efektif dan gagal memenuhi kebutuhan jaringan tubuh. Kondisi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kekurangan nutrisi, masalah produksi sel darah merah, atau penyakit kronis yang memengaruhi proses pembentukan sel darah (Rahmawati & Lestari, 2020). Selain itu, anemia juga dapat terjadi

akibat penurunan produksi sel darah merah, peningkatan penghancuran sel darah merah, atau perdarahan akut atau kronis yang menyebabkan kehilangan sel darah merah yang signifikan (Kusuma dkk., 2021).

Anemia secara umum dapat diklasifikasikan berdasarkan *Mean Corpuscular Volume* (MCV), yang merupakan indeks sel darah merah yang digunakan untuk menilai ukuran rata-ratanya. Anemia mikrositik ditandai dengan nilai MCV kurang dari 80 fL dan biasanya dikaitkan dengan kondisi seperti anemia defisiensi besi atau talasemia. Anemia normositik memiliki nilai MCV antara 80–100 fL dan umumnya ditemukan pada anemia penyakit kronis atau anemia hemolitik. Di sisi lain, anemia makrositik ditandai dengan nilai MCV lebih dari 100 fL, yang biasanya terjadi pada kasus defisiensi vitamin B12 atau folat, serta gangguan yang memengaruhi sintesis DNA (Putri & Santoso, 2020).

a. Klasifikasi Anemia Berdasarkan Etiologi

Dalam bidang hematologi klinik, anemia bisa dibagi menjadi tiga kategori utama, berdasarkan penyebabnya: Pertama, penurunan produksi sel darah merah. Ini terjadi ketika sumsum tulang tidak mampu menghasilkan sel darah merah dalam jumlah cukup. Penyebabnya bisa berupa kurangnya zat besi, kurang vitamin B12, gangguan fungsi ginjal kronis, infeksi yang terus-menerus, atau gangguan pada sumsum tulang seperti anemia aplastik. Penelitian Kusuma et al. (2021) menyatakan bahwa jenis ini adalah penyebab paling umum anemia yang ditemukan di laboratorium klinik. Kedua, peningkatan pembusukan sel darah merah, atau disebut hemolisis. Ini terjadi ketika sel darah merah hancur lebih cepat daripada waktu proses pembentukannya.

Hemolisis bisa disebabkan oleh gangguan genetik seperti talasemia atau kekurangan enzim, serta proses imunologis seperti anemia hemolitik autoimun (Putri & Santoso, 2020). Ketiga, kehilangan darah, baik tiba-tiba maupun lama-lama. Ini sering terjadi pada kasus perdarahan perut, menstruasi

berlebihan, cedera, atau setelah operasi. Kehilangan darah secara terus-menerus menyebabkan cadangan zat besi menurun, sehingga mengganggu pembentukan sel darah merah (Sari & Lestari, 2021).

b. Klasifikasi Anemia Berdasarkan MCV

Nilai *Mean Corpuscular Volume* (MCV) adalah parameter yang digunakan secara umum untuk mengklasifikasikan anemia berdasarkan ukuran sel darah merah. Menurut penelitian Pratama dan Widyaningsih (2021), anemia dibagi menjadi:

1) Anemia mikrositik (MCV < 80 fL)

Anemia jenis ini biasanya disebabkan oleh defisiensi zat besi, talasemia, atau anemia penyakit kronis. Sel darah merah pada kondisi ini lebih kecil dari ukuran normal karena gangguan dalam sintesis hemoglobin (Kusuma et al., 2021).

2) Anemia normositik (MCV 80–100 fL)

Anemia normositik sering terjadi pada anemia penyakit kronis, anemia hemolitik, atau anemia aplastik. Sel darah merah berukuran normal, tetapi jumlahnya berkurang. Hal ini menunjukkan adanya gangguan pada sumsum tulang atau

peningkatan pembusukan sel darah merah
(Rahmawati & Lestari, 2020).

3) Anemia makrositik ($MCV > 100 \text{ fL}$)

Anemia jenis ini biasanya disebabkan oleh anemia megaloblastik karena defisiensi vitamin B12 atau asam folat, yang mengganggu proses sintesis DNA sehingga menghasilkan sel darah merah yang besar. Penelitian Putri dan Santoso (2020) menyatakan bahwa peningkatan nilai MCV dapat menjadi tanda awal terjadinya makrositosis pada anemia megaloblastik.

3. Kriteria Anemia

Menurut panduan WHO 2024, anemia pada pria dewasa ditetapkan bila konsentrasi hemoglobin berada di bawah 13 g/dL, sedangkan pada wanita dewasa yang tidak dalam keadaan hamil ditetapkan bila hemoglobin kurang dari 12 g/dL

Pengelompokkan tingkat keparahan anemia meliputi:

- a. Anemia ringan dengan Hb 11,0–12,9 g/dL untuk pria dan 11,0–11,9 g/dL untuk wanita
- b. Anemia sedang dengan Hb 8,0–10,9 g/dL
- c. Anemia berat dengan Hb di bawah 8,0 g/dL.

4. Eritrosit

Eritrosit, atau yang lebih dikenal sebagai sel darah merah, adalah bagian dari darah yang memiliki fungsi utama dalam mengangkut oksigen ke berbagai jaringan dan mengembalikan karbon dioksida ke paru-paru untuk dikeluarkan. Bentuk eritrosit yang bikonkaf dan tidak memiliki inti memberikan kemampuan fleksibilitas dan luas permukaan yang besar, sehingga dapat melewati pembuluh darah yang kecil tanpa mudah rusak.

Sel-sel eritrosit mengandung hemoglobin, yang berfungsi untuk mengikat oksigen serta karbon dioksida. Perubahan pada ukuran eritrosit, baik yang terlalu kecil maupun terlalu besar, sering kali menandakan adanya gangguan dalam proses pembentukan sel darah merah. Proses ini disebut eritropoiesis, yang merujuk pada pembentukan eritrosit di sumsum tulang dan dipengaruhi oleh nutrisi seperti zat besi, vitamin B12, asam folat, serta hormon eritropoietin yang dihasilkan oleh ginjal.

Jika pembentukan eritrosit berlangsung tidak efisien atau jika eritrosit mengalami penghancuran yang berlebihan, maka sel-sel yang dihasilkan akan memiliki variasi ukuran, yang dapat terdeteksi melalui parameter hematologi seperti *Red Cell Distribution Width* (RDW) (Price and Wilson, 2014).

5. *Red Blood Cell Distribution Width (RDW)*

RDW adalah indeks hematologis yang menunjukkan variasi ukuran sel darah merah dalam sistem peredaran darah, yang dikenal juga sebagai anisositosis. Data ini secara otomatis diperoleh melalui alat analisis hematologi. Nilai RDW akan meningkat ketika perbedaan ukuran sel darah merah melebihi batas normal, contohnya pada kasus anemia defisiensi besi, anemia megaloblastik, atau kondisi hemolisis. Terdapat dua jenis RDW, yaitu RDW-CV (%) yang menunjukkan variasi ukuran berdasarkan koefisien variasi MCV, serta RDW-SD (fL) yang merefleksikan sebaran absolut ukuran sel darah merah berdasar grafik histogram (PDS-PK, 2017). Nilai RDW yang dianggap normal berkisar antara 11–14,5%, namun rentang ini bisa berbeda-beda antar laboratorium tergantung pada jenis alat, metode kalibrasi, dan karakteristik populasi.

Sebagai indikator hematologi, RDW memiliki arti klinis yang penting karena dapat meningkat lebih awal sebelum terjadi penurunan signifikan pada kadar hemoglobin. Hal ini menjadikan RDW sebagai alat deteksi awal yang sensitif untuk anemia, terutama jenis anemia mikrositik. Selain itu, RDW juga dapat berkontribusi pada penafsiran indeks eritrosit lainnya seperti MCV. Misalnya, kondisi mikrositik dengan RDW tinggi mengarah pada anemia defisiensi besi, sedangkan mikrositik dengan RDW dalam rentang normal lebih menunjuk pada talasemia. Oleh karena itu, RDW bukan

sekadar angka statistik, tetapi juga mencerminkan proses patologi yang sedang berlangsung di dalam sumsum tulang (Djuwari, 2019).

6. Pemeriksaan RDW Menggunakan *Hematology Analyzer*

RDW diukur melalui analisis otomatis menggunakan *Hematology Analyzer* (HAA). Perangkat ini beroperasi dengan metode impedansi listrik, laser optik, atau *flow cytometry* untuk mengukur ukuran sel darah merah satu per satu. Setiap sel yang melewati detektor dievaluasi berdasarkan volumenya, lalu alat ini menghasilkan informasi distribusi sel yang ditampilkan dalam format histogram. Dari informasi distribusi tersebut, RDW-CV dan RDW-SD dihitung.

Proses pemeriksaan dengan HAA bersifat objektif, cepat, dan sangat akurat, sehingga diakui sebagai standar pemeriksaan hematologi di berbagai fasilitas kesehatan, termasuk rumah sakit umum daerah tingkat dua (PDS-PK, 2017). RDW, yang merupakan bagian dari analisis darah lengkap (*Complete Blood Count/CBC*), dapat segera digunakan untuk penilaian awal anemia tanpa perlu melakukan pemeriksaan tambahan seperti apusan darah perifer jika tidak diperlukan.

7. Pembentukan dan Perhitungan RDW dalam *Hematology Analyzer*

RDW tidak diperoleh melalui pemeriksaan manual, melainkan dihitung secara otomatis oleh *Hematology Analyzer* berdasarkan distribusi volume eritrosit. Setiap eritrosit yang melalui sensor alat akan diukur volumenya dan ditampilkan dalam bentuk histogram distribusi ukuran eritrosit (erythrocyte histogram) (Rodak et al., 2020). RDW disajikan dalam dua bentuk utama, yaitu:

- a. RDW-CV (%), yang dihitung dari koefisien variasi volume eritrosit menggunakan standar deviasi MCV terhadap nilai MCV.
- b. RDW-SD (fL), yang menunjukkan lebar distribusi eritrosit pada titik 20% tinggi histogram (Bain, 2017).

Dengan demikian, RDW merupakan hasil kalkulasi dari beberapa parameter eritrosit dan tidak berdiri sendiri, sehingga bersifat objektif dan kuantitatif.

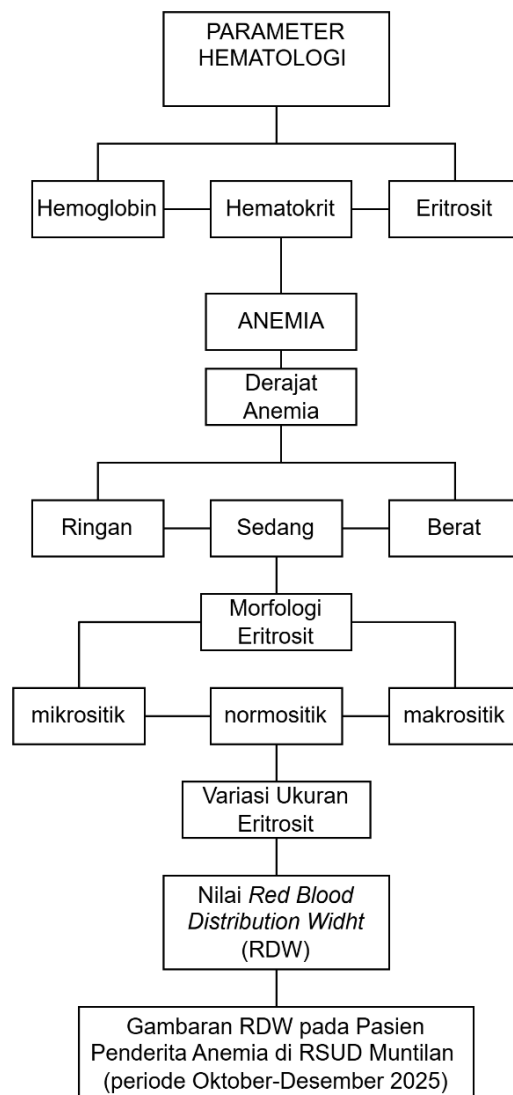
8. Peran RDW dalam Penilaian Anemia

RDW memiliki peran penting dalam evaluasi anemia karena mampu mendeteksi variasi ukuran eritrosit yang tidak selalu terlihat dari kadar hemoglobin saja. Peningkatan RDW dapat menjadi tanda awal gangguan eritropoiesis sebelum terjadi perubahan signifikan pada parameter hematologi lainnya (Hoffbrand & Moss, 2016).

Pemanfaatan RDW dari data sekunder *Hematology Analyzer* memungkinkan analisis anemia secara lebih efisien, khususnya di

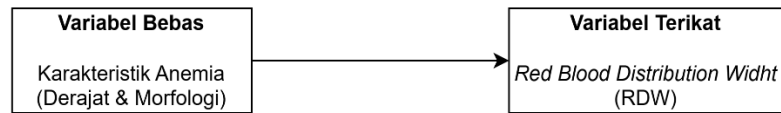
fasilitas kesehatan yang bergantung pada pemeriksaan otomatis, sehingga mendukung interpretasi laboratorium klinik secara objektif (Kurniawan dkk., 2022).

B. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 2. Hubungan Antar Variabel

D. Pertanyaan Penelitian

Bagaimana gambaran kejadian anemia berdasarkan kadar hemoglobin, distribusi derajat anemia (ringan, sedang, dan berat), serta klasifikasi anemia berdasarkan morfologi eritrosit (mikrositik, normositik, dan makrositik), serta bagaimana distribusi nilai Red Cell Distribution Width (RDW) berdasarkan derajat dan morfologi eritrosit pada pasien anemia di RSUD Muntilan Kabupaten Magelang periode Januari–Maret 2026?

