

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hemoglobin merupakan suatu protein tetramerik eritrosit yang mengikat molekul bukan protein yaitu senyawa porfirin besi yang disebut dengan heme. Hemoglobin mempunyai peran penting dalam sistem pengangkutan pada tubuh manusia yang utama yaitu mengangkut oksigen ke seluruh jaringan dan yang kedua yaitu memindahkan karbondioksida dari jaringan perifer ke organ respirasi. Kadar hemoglobin dapat diukur dengan menggunakan penghitung sel otomatis (*hematology analyzer*) yang secara langsung mengukur kadar hemoglobin. Hemoglobin merupakan pigmen pengangkut oksigen utama dan terdapat pada eritrosit. Semua bentuk hemoglobin, yaitu oksihemoglobin, deoksihemoglobin, methemoglobin dan karboksihemoglobin, diubah menjadi bentuk yang stabil (Indah Sari, Aisah Oktavia, & Aristoteles, A. 2024).

Pemilihan sampel darah sebagai bahan pemeriksaan hemoglobin dengan metode *hematology analyzer* didasarkan pada prinsip bahwa hemoglobin hanya dapat diukur secara akurat melalui darah utuh (*whole blood*). Pada proses pemeriksaan otomatis, eritrosit akan mengalami lisis terkontrol di dalam reagen alat sehingga hemoglobin dapat dilepaskan dan dibaca secara fotometrik oleh sistem optik *hematology analyzer*. Penggunaan darah utuh memastikan integritas eritrosit tetap terjaga sebelum proses analisis, sehingga hasil pemeriksaan stabil, presisi, dan minim kesalahan pra-analitik. Selain itu, berbagai pedoman hematologi menegaskan bahwa darah dengan antikoagulan EDTA adalah sampel yang paling

ideal untuk pemeriksaan hemoglobin menggunakan alat otomatis karena kompatibel dengan sistem kerja analyzer dan tidak memerlukan persiapan lanjutan.

Kadar hemoglobin dapat diukur menggunakan spektrofotometer dan penghitung sel otomatis (*hematology analyzer*) yang secara langsung mengukur hemoglobin. Metode fotometrik diintegrasikan ke dalam alat pengukur hitung sel otomatis menggunakan *hematology analyzer*. *Hematology analyzer* merupakan alat yang digunakan secara in vitro untuk melakukan pemeriksaan hematologi secara otomatis, menggunakan reagen maupun cleaning sesuai manual book. Hematology analyzer memecah hemoglobin menjadi larutan, memisahkannya dari zat lain menggunakan sianida, kemudian diukur kadarnya melalui metode penyerapan cahaya, dan hasilnya ditampilkan pada layar (Indah Sari, Aisah Oktavia, & Aristoteles, A. 2024). Spektrofotometer dapat mengukur semua jenis hemoglobin kecuali sulfhemoglobin. Metode cyanmethemoglobin pada alat spektrofotometer, prinsipnya adalah hemoglobin diubah menjadi methemoglobin. Sedangkan terdapat beberapa metode pengukuran yang digunakan pada alat hematology analyzer yaitu electrical impedance, fotometri, flowcytometry dan histogram (kalkulasi). Metode fotometrik diintegrasikan ke dalam alat pengukur hitung sel otomatis menggunakan *hematology analyzer* (Bain, 2017; ICSH, 2015; Lippi, G., Plebani, M., & Favaloro, E. J. 2018).

Pemeriksaan kadar hemoglobin dipengaruhi oleh faktor pra analitik, analitik dan pasca analitik. Faktor pra analitik merupakan faktor paling besar terhadap kesalahan pemeriksaan, antara lain pengambilan, penampungan, pengolahan dan penyimpanan bahan pemeriksaan. Penyimpanan bahan pemeriksaan perlu memperhatikan stabilitas sampel. Suhu dan lamanya waktu penyimpanan dapat

berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan (Lippi, G., Plebani, M., & Favaloro, E. J. (2018).

Penggunaan tabung EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetate) dipilih karena EDTA berfungsi sebagai antikoagulan yang mengikat ion kalsium sehingga mencegah pembekuan darah. EDTA mampu mempertahankan morfologi eritrosit, mencegah hemolisis spontan, dan menjaga stabilitas hemoglobin dalam jangka waktu tertentu. Hal ini membuat sampel tetap layak dianalisis meskipun terjadi penundaan pemeriksaan. Standar hematologi internasional merekomendasikan tabung EDTA untuk pemeriksaan hematologi otomatis karena stabil, aman digunakan, dan kompatibel dengan sistem kerja analyzer (ICHS,2015; Bain, 2017).

Pemeriksaan hemoglobin menggunakan sampel darah EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetate) sebaiknya dilakukan segera atau kurang dari satu jam setelah pengambilan, namun apabila diperlukan dapat disimpan dalam lemari es 4°C selama 2 jam. Penyimpanan darah EDTA harus dijaga pada suhu 2-8°C dengan tujuan menjaga kemampuan darah dalam menyalurkan oksigen dan mengurangi pertumbuhan bakteri yang dapat menyebabkan kontaminasi darah simpan. Batas penyimpanan 2°C sangat penting, karena eritrosit sangat sensitif terhadap pembekuan, apabila eritrosit membeku, sifat dinding sel darah akan pecah dan hemoglobin akan keluar atau hemolysis. Pemeriksaan hemoglobin terhadap darah EDTA apabila terpaksa ditunda sebaiknya memperhatikan batas waktu penyimpanan. Penundaan pemeriksaan disebabkan sampel dikumpulkan dalam jumlah yang cukup banyak kemudian baru dilakukan pemeriksaan. Selain itu penundaan terjadi karena alat mengalami kerusakan atau masih dikalibrasi, terjadi pemadaman listrik serta pergantian jam kerja.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Unalli & Ozarda (2021), sampel akan tetap stabil jika disimpan dalam lemari es selama 48 jam pada suhu 2- 8°C. Di laboratorium, sampel sering disimpan dalam rentang suhu 2-8°C, dan suhu 4°C sering dipilih karena kemampuannya untuk menjaga kestabilan sampel. Selain itu, waktu penyimpanan yang optimal digunakan dalam laboratorium adalah 8 jam, 24 jam, dan 48 jam. Namun, hasil tersebut berbanding terbalik dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dameuli, S., Tulus, A., & Fitri, N. (2018), terjadi penurunan pada kadar hemoglobin yang segera diperiksa dan ditunda selama 20 jam pada suhu 2- 8°C. Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa stabilitas hemoglobin dipengaruhi oleh lama waktu penundaan, suhu penyimpanan, jenis antikoagulan, serta kondisi operasional laboratorium.

Hemoglobin (Hb) merupakan parameter utama dalam pemeriksaan hematologi untuk menilai kondisi anemia, status nutrisi, dan keadaan kesehatan klinis secara umum. Pemeriksaan hemoglobin idealnya dilakukan segera setelah sampel darah diperoleh agar hasil tetap akurat karena hemoglobin mudah mengalami perubahan apabila sampel disimpan terlalu lama. Standar pelayanan laboratorium menyarankan agar sampel darah EDTA diperiksa dalam kurun waktu maksimal 2–4 jam pada suhu ruang.

Namun dalam praktiknya, Puskesmas Mengwi 1 sering menghadapi kondisi di mana pemeriksaan laboratorium termasuk hemoglobin tidak dapat dilakukan segera. Beberapa faktor penyebab yang secara nyata terjadi di puskesmas tersebut antara lain: Lonjakan pasien pada jam kerja menyebabkan petugas laboratorium harus mengantrekan sampel, sehingga sejumlah sampel baru dapat diperiksa setelah beberapa jam, Keterbatasan SDM menyebabkan prioritas diberikan pada

pemeriksaan yang bersifat *urgent*, sementara pemeriksaan rutin seperti Hb sering tertunda. Karena arahan dari poli sering masuk secara *batch* (bersamaan), sampel darah terkumpul banyak dalam waktu singkat sehingga pemeriksaan dilakukan bertahap. *Hematology analyzer* di puskesmas umumnya memiliki kapasitas sampel terbatas, waktu proses 1–2 menit per sampel, periode kalibrasi dan *warm-up* di pagi hari. Kondisi ini mengakibatkan *bottle-neck*, terutama ketika sampel datang bersamaan. Pada hari-hari kegiatan program, petugas laboratorium sering berada di luar ruangan sehingga pemeriksaan di laboratorium dilakukan setelah mereka kembali, menyebabkan penundaan.

Rentang waktu penundaan 5 jam dan 10 jam dipilih karena merupakan kondisi nyata yang sering terjadi dalam alur pelayanan laboratorium di Puskesmas Mengwi 1. Penundaan 5 jam menggambarkan situasi ketika sampel menumpuk akibat lonjakan pasien pada pagi hingga siang hari, sehingga pemeriksaan dilakukan secara bertahap sesuai kapasitas alat. Sementara itu, penundaan 10 jam menggambarkan kondisi ketika petugas laboratorium harus menjalankan kegiatan luar gedung seperti posyandu, imunisasi, dan skrining sekolah, sehingga pemeriksaan baru dapat dilanjutkan setelah petugas kembali ke ruangan. Selain itu, alat *hematology analyzer* di puskesmas memerlukan waktu pemrosesan sekitar 1–2 menit per sampel, membutuhkan *warm-up* di pagi hari, serta terkadang mengalami kalibrasi ulang atau gangguan teknis. Faktor-faktor inilah yang menyebabkan penundaan pemeriksaan tidak dapat dihindari dan sering mencapai 5 hingga 10 jam.

Puskesmas Mengwi 1 merupakan fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama yang memiliki cakupan wilayah kerja luas dan jumlah kunjungan pasien

yang tinggi setiap harinya. Kondisi tersebut menuntut pegawai puskesmas untuk menjalankan berbagai aktivitas pelayanan mulai dari pelayanan poli umum, KIA/KB, gizi, imunisasi, pelayanan penyakit kronis, hingga kegiatan luar gedung seperti posyandu, kunjungan rumah, skrining kesehatan sekolah, serta program nasional rutin lainnya. Variasi tugas yang banyak dan beban kerja yang padat menyebabkan tenaga kesehatan di puskesmas memiliki tingkat aktivitas fisik dan mental yang tinggi.

Beban kerja yang berlebihan dapat berdampak pada status kesehatan pegawai, salah satunya adalah kadar hemoglobin. Hemoglobin merupakan indikator penting dalam menilai status kebugaran, suplai oksigen, serta kemampuan tubuh menghadapi tekanan kerja. Pegawai yang memiliki aktivitas tinggi dan ritme kerja tidak menentu berpotensi mengalami penurunan status gizi, kelelahan kronis, atau kurang istirahat, yang kemudian dapat memengaruhi kadar hemoglobin mereka. Oleh karena itu, pengukuran Hemoglobin pada pegawai penting dilakukan untuk mengetahui apakah beban kerja padat berpengaruh terhadap stabilitas parameter hematologi.

Selain itu, pegawai puskesmas juga sering menjadi kelompok paling mudah diakses untuk pengambilan sampel dalam penelitian laboratorium. Hal ini memudahkan kontrol terhadap prosedur pengambilan darah, waktu pemeriksaan, serta penyimpanan sampel. Pada Puskesmas Mengwi 1, kondisi kerja yang padat terkadang menyebabkan penundaan pemeriksaan laboratorium, termasuk pemeriksaan Hb, karena analis harus membagi waktu antara pemeriksaan rutin, administrasi, serta kegiatan luar gedung.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai perbedaan pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan sampel darah yang diperiksa segera dengan variasi waktu penundaan di Puskesmas Mengwi 1.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut apakah terdapat perbedaan hasil kadar hemoglobin menggunakan sampel darah yang diperiksa segera dengan variasi waktu penundaan di Puskesmas Mengwi 1.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan umum

Untuk mengetahui perbedaan hasil kadar hemoglobin menggunakan sampel darah yang diperiksa segera dengan variasi waktu penundaan di Puskesmas Mengwi 1.

2. Tujuan khusus

- a. Menganalisis kadar hemoglobin menggunakan sampel darah yang langsung diperiksa di Puskesmas Mengwi 1.
- b. Menganalisis kadar hemoglobin di Puskesmas Mengwi 1 menggunakan sampel darah yang disimpan pada suhu 4-7°C selama 5 jam.
- c. Menganalisis kadar hemoglobin di Puskesmas Mengwi 1 menggunakan sampel darah yang disimpan pada suhu 4-7°C selama 10 jam

- d. Menganalisis perbedaan kadar hemoglobin menggunakan sampel darah yang di periksa segera, ditunda 5 jam, dan 10 jam di Puskesmas Mengwi 1.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pengetahuan tentang pengaruh waktu penyimpanan darah terhadap kadar hemoglobin di Puskesmas Mengwi 1.

2. Manfaat praktis

a. Manfaat bagi ATLM

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi serta pengetahuan kepada ATLM mengenai perbedaan waktu penyimpanan darah terhadap kadar hemoglobin agar dapat meningkatkan mutu dan keamanan dalam pengelolaan sampel darah.

b. Manfaat bagi institusi

Memberikan informasi serta sebagai referensi di bidang hematologi terkait perbedaan waktu penyimpanan darah terhadap kadar hemoglobin di Puskesmas Mengwi 1.

c. Manfaat bagi peneliti

Dapat meningkatkan pengetahuan, keterampilan, wawasan dan pengalaman mengenai perbedaan waktu penyimpanan darah terhadap kadar hemoglobin di Puskesmas Mengwi 1

d. Manfaat bagi peneliti selanjutnya

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan studi mengenai stabilitas hemoglobin, baik melalui variasi waktu penyimpanan yang lebih panjang, perbandingan jenis antikoagulan, maupun pengujian pada kondisi suhu yang berbeda, sehingga dapat memperkuat penelitian terkait faktor pra-analitik dalam pemeriksaan hematologi