BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

Darah manusia adalah cairan jaringan tubuh. Fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel – sel di seluruh tubuh. Darah juga menyuplai tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat – zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit (Mallo dkk., 2012). Darah merupakan unsur dalam tubuh manusia yang memiliki peran dalam mekanisme kerja tubuh. Seluruh organ tubuh dihubungkan oleh darah melalui pembuluh-pembuluh darah. Darah dapat menjadi cerminan keadaan tubuh, baik dalam keadaan sehat maupun sakit (Anamisa, 2015).

Sel darah merah merupakan suatu suspensi sel dan fragmen sitoplasma di dalam cairan yang disebut plasma. Fungsi utama dari darah adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel-sel di seluruh tubuh. Darah juga menyuplai jaringan tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit. Masing-masing morfologi sel mempunyai ukuran (diameter). Darah terdiri dari sel darah dan plasma. Dalam sel darah terdiri dari hemoglobin, eritrosit, hematokrit (PCV), retikulosit, laju endap darah, trombosit, lekosit dan hitung jenisnya dan hapusan darah tepi (Anamisa, 2015).

Darah manusia berwarna merah terang ketika terikat pada oksigen. Warna merah pada darah disebabkan oleh hemoglobin, protein pernapasan (respiratory protein) yang mengandung besi dalam bentuk heme, yang merupakan tempat terikatnya molekul – molekul oksigen. Oksigen dilepas maka warna eritrosit akan berwarna lebih gelap, dan akan menimbulkan warna kebiru – biruan pada pembuluh darah dan kulit. Dengan adanya perubahan warna darah ini bisa dimanfaatkan untuk mengukur kejenuhan oksigen pada darah arterial (Mallo dkk., 2012).

B. Hemoglobin

Hemoglobin adalah molekul heme dan sel darah eritrosit yang mengandung hampir dua pertiga kebutuhan besi tubuh. Sebuah sel eritrosit dapat mengangkut sekitar 250 juta molekul hemoglobin (Kadri, 2012). Hemoglobin adalah suatu pigmen yang berwarna secara alami. Kandungan besi memberi warna kemerahan pada Hb jika berikatan dengan O_2 dan kebiruan jika mengalami deoksigenasi. Darah arteri yang teroksigenasi penuh akan berwarna merah dan darah vena yang telah kehilangan Sebagian kandungan O_2-nya di tingkat jaringan memiliki rona kebiruan (Sherwood, 2016).

Hemoglobin mengikat empat molekul oksigen per tetramer (satu per subunit heme), dan kurva saturasi oksigen memiliki bentuk sigmoid. Sarana yang menyebabkan oksigen terikat pada hemoglobin adalah jika juga sudah terdapat molekul oksigen lain pada tetramer yang sama. Jika oksigen sudah ada, pengikatan oksigen berikutnya akan berlangsung lebih mudah. Hemoglobin memperlihatkan kinetika pengikatan komparatif, suatu sifat yang memungkinkan hemoglobin mengikat oksigen dalam jumlah semaksimal mungkin pada organ respirasi dan

memberikan oksigen dalam jumlah semaksimal mungkin pada partial oksigen jaringan perifer (Anamisa, 2015).

1. Struktur hemoglobin

Struktur tetramer hemoglobin yang umum dijumpai adalah sebagai berikut: HbA (hemoglobin dewasa normal) = α2β2, HbF (hemoglobin janin) = α2γ2, HbS (hemoglobin sel sabit) = α2S2 dan HbA2 (hemoglobin dewasa minor) = α2δ2. Disamping mengangkut oksigen dari paru ke jaringan perifer, hemoglobin memperlancar pengangkutan karbon dioksida (CO_2) dari jaringan ke dalam paru untuk dihembuskan ke luar. hemoglobin dapat langsung mengikat CO_2 jika oksigen dilepaskan dan sekitar 15% CO_2 yang dibawa di dalam darah diangkut langsung pada molekul hemoglobin. CO_2 bereaksi dengan gugus α- amino terminal amino dari hemoglobin, membentuk karbamat dan melepas proton yang turut menimbulkan efek Bohr (Anamisa, 2015).

2. Fungsi hemoglobin

Fungsi utama sel darah merah yaitu membawa oksigen dari paru-paru menuju jaringan yang terdapat dalam tubuh. Eritrosit memiliki kemampuan khusus untuk melakukan fungsi ini karena kandungan hemoglobin yang tinggi. Apabila hemoglobin pada sel darah merah tidak ada maka kapasitas pembawa oksigen dalam darah akan berkurang hingga 99% dan tentunya tidak akan mencukupi kebutuhan metabolisme tubuh. Fungsi terpenting dari hemoglobin adalah dalam kemampuan untuk mengikat oksigen dengan longgar dan reversibel. Akibatnya oksigen yang langsung terikat dalam paru-paru diangkut sebagai oksihemoglobin dalam darah arterial dan langsung terurai dalam jaringan. Dalam darah vena,

hemoglobin akan bergabung dengan ion hidrogen yang dihasilkan oleh metabolisme sel sehingga dapat menjaga pH yang rendah (Desmawati, 2013).

3. Kadar hemoglobin

Kadar hemoglobin ialah ukuran pigmen respiratori dalam butiran-butiran darah merah. Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah sekitar 15 gram setiap 100 ml darah dan jumlah ini biasanya disebut “100%”. Batas normal nilai hemoglobin untuk seseorang sukar ditentukan karena kadar hemoglobin bervariasi diantara setiap suku bangsa (Evelyn dan Pearce, 2010).

Tabel 1
Batas Normal Kadar Hemoglobin

Umur atau Jenis Kelamin	Kadar Hemoglobin (g/dL)			
	Tidak Anemia	Anemia Ringan	Anemia Sedang	Anemia Berat
Balita (0-59 bulan)	≥11,0	10,0-10,9	7,0-9,9	<7,0
Anak-anak (5-11 tahun)	≥11,5	11,0-11,4	8,0-10,9	<8,0
Anak-anak (12-14 tahun)	≥12,0	11,0-11,9	8,0-10,9	<8,0
Ibu hamil	≥11,0	10,0-10,9	7,0-9,9	<70
Perempuan (≥15 tahun)	≥12,0	11,0-11,9	8,0-10,9	<8,0
Laki-laki (≥15 tahun)	≥13,0	11,0-12,9	8,0-10,9	<8,0

Sumber : World Health Organization, Haemoglobin Concentrations For The Diagnosis of Anaemia And Assessment of Severity. 2011

4. Faktor pengaruh kadar hemoglobin

a. Usia dan jenis kelamin

Usia dan jenis kelamin merupakan faktor yang cukup menentukan kadar hemoglobin darah. Nilai hemoglobin meningkat selama 10 tahun pada masa anak-anak dan selanjutnya akan meningkat pada masa pubertas. Pada masa usia lanjut,

seiring bertambahnya usia dan berkurangnya masa jaringan aktif dan berkurangnya fungsi dari banyak organ manusia dapat menyebabkan kadar hemoglobin menurun (Andriani dan Wirjatmadi, 2012).

b. Ketinggian tempat tinggal

Orang yang tinggal di dataran yang sangat tinggi dengan jumlah oksigen dalam udara yang sangat rendah kemudian diangkut oleh darah menuju jaringan dan menyebabkan produksi sel darah merah meningkat (Guyton dan Hall, 2014).

c. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik yang dilakukan manusia akan berpengaruh terhadap peningkatan atau penurunan kadar hemogobin dalam darah. Aktivitas fisik terbagi atas aktivitas fisik ringan, aktivitas fisik sedang dan aktivitas fisik berat. Aktivitas fisik yang dapat mempengaruhi kadar hemoglobin ialah aktivitas fisik intensitas sedang hingga berat (Gunadi dkk., 2016).

Aktivitas fisik dapat dibagi menjadi 3 kategori berdasarkan intensitas dan besaran kalori yang digunakan, yaitu:

1) Aktivitas fisik ringan : berjalan santai di rumah, melakukan pekerjaan rumah tangga seperti mencuci piring dll, dan bermain musik.
2) Aktivitas fisik sedang : bersepeda, lari, dan dansa.
3) Aktivitas fisik berat : berjalan dengan membawa beban di punggung, naik gunung, jogging (kecepatan 8 km/jam) dan berenang.

d. Kebiasaan merokok

Merokok sebanyak 10 batang rokok atau lebih dalam waktu sehari akan menyebabkan peningkatan hemoglobin (Hb). Peningkatan ini terjadi karena reflek dari mekanisme tubuh terhadap redahnya kadar oksigen (O_2) yang berikatan dengan

Hb akibat digeser oleh karbon monoksida (CO) yang mempunyai afinitas terhadap Hb yang lebih kuat (Makawes dkk., 2016). Tipe perokok berdasarkan jumlah rokok yang dikonsumsi, yaitu: perokok ringan <10 batang perhari, perokok sedang 11-20 batang perhari, dan perokok berat >20 batang perhari (Rochka dkk., 2019).

e. Nutrisi

Nutrisi yang terdapat pada makanan dapat mempengaruhi kadar hemoglobin seseorang. Kecepatan produksi serta pematangan sel darah merah oleh sumsum tulang belakang dipengaruhi oleh nutrisi yang dikonsumsi seseorang. Vitamin yang khusus berperan penting dalam pematangan sel darah merah adalah vitamin B12 dan asam folat. Selain itu zat besi juga diperlukan dalam pembentukan hemoglobin dan merupakan unsur yang sangat penting bagi tubuh (Desmawati, 2013).

C. Penetapan kadar hemoglobin

1. Metode sianmethemoglobin

Pemeriksaan kadar hemoglobin metode sianmethemoglobin mudah dilakukan dan hasil pemeriksaan akurat. Metode sianmethemoglobin adalah metode referensi untuk estimasi hemoglobin, semua jenis hemoglobin dapat diukur kecuali sulfhemoglobin, faktor kesalahan ±2% (Norsiah, 2015).

Prinsip dari pemeriksaan sianmethemoglobin adalah heme (ferro) dioksidasi oleh kalium ferrisianida menjadi (ferri) methemoglobin kemudian methemoglobin bereaksi dengan ion sianida membentuk sianmethemoglobin yang berwarna coklat, absorban diukur dengan kolorimetri atau spektrofotometer pada λ 540 nm (Norsiah, 2015).

2. Metode sahli

Metode pemeriksaan hemoglobin yang paling sederhana adalah metode sahli, pada metode sahli hemoglobin dihidrolisis dengan HCl menjadi asam hematin yang berwarna coklat, warna yang terbentuk dibandingkan dengan warna standar. Perubahan warna asam hematin dibuat dengan cara pengenceran, sehingga warna sama dengan warna standar. Cara ini kurang baik karena tidak semua hemoglobin dapat diubah menjadi asam hematin misalnya karboksihemoglobin, methemoglobin dan sulfhemoglobin. Hasil pemeriksaan dipengaruhi oleh faktor subjektivitas, warna standar pudar, penyinaran, faktor kesalahan mencapai 5-10% (Norsiah, 2015).

3. Metode *flow cytometry*

Metode *flow cytometry* ini umumnya terdapat pada alat *automatic hematology analyzer* untuk pemeriksaan darah lengkap, salah satunya CELL-DYN Ruby. Cara kerja *flow cytometry* yaitu sel-sel dari sampel masuk dama suatu *flow chamber*, kemudian dibungkus oleh cairan pembungkus. Kemudian sel dialirkan melewati suatu lubang dengan ukuran kecil yang memungkinkan sel lewat satu demi satu kemudian dilakukan proses pengukuran. Aliran yang keluar sel tersebut selanjutnya melewati medan listrik dan dipisahkan menjadi tetesan-tetesan sesuai dengan muatannya. Tetesan yang telah terpisah ditampung ke dalam beberapa saluran pengumpul yang terpisah. Apabila cahaya tersebut mengenai sel darah, maka cahaya akan dihamburkan, dipantukan atau dibiaskan ke semua arah. Beberapa detektor yang diletakkan pada sudut-sudut tertentu akan menangkap berkas-berkas sinar setelah melewati sel sehingga dapat diperoleh jumlah sel (Nadhira dkk., 2018).

4. Metode *Point Of Care Testing* (POCT)

Pemeriksaan hemoglobin dapat dilakukan dengan *Point Of Care Testing* (POCT). Metode POCT memiliki prinsip kerja yaiu 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 (Puspitasari dkk., 2020).

Hasil pemeriksaan hemoglobin metode POCT cenderung tinggi 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. Darah vena maupun darah kapiler pada dasarnya sama dikarenakan berada pada satu siklus peredaran darah yang saling berikatan dan semuanya dapat digunakan sebagai sampel untuk pemeriksaan hematologi khususnya Hb (Puspitasari dkk., 2020).

D. Rokok

1. Pengertian rokok

Rokok merupakan salah satu zat adiktif, jika digunakan dapat menimbulkan dampak dan berbahaya bagi kesehatan individu dan masyarakat. Bedasarkan PP tahun 2003, diketahui bahwa rokok adalah hasil olahan tembakau yang dibungkus, termasuk cerutu ataupun bentuk lainnya yang mengandung nikotin dan tar dengan atau tanpa bahan tambahan (Rochka dkk., 2019).

Merokok adalah membakar tembakau yang kemudian dihisap isinya, baik menggunakan rokok maupun menggunakan pipa. Temperatur pada sebatang rokok yang tengah dibakar adalah 90°C untuk ujung rokok yang dibakar dan 30°C untuk ujung rokok. Merokok berbahaya karena dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti jantung dan kanker. Selain itu, asap rokok mengandung lebih kurang 4000 jenis bahan kimia beracun. Dan yang lebih buruk lagi, merokok tidak hanya berbahaya bagi si perokok tetapi juga bagi perokok pasif yang ikut menghirup asap rokok. Merokok juga berbahaya karena nikotin yang terdapat dalam rokok dapat menyebabkan kecanduan (Prabawati, 2016).

2. Kategori usia perokok

Data Riskesdas 2018 menyebutkan terjadi peningkatan konsumsi rokok pada usia remaja dan dewasa, kelompok umur tersebut digolongkan berdasarkan kategori tertentu. Salah sattu pembagian kelompok umur atau kategori unsur dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan RI (2009) sebagai berikut:

a. Masa remaja Akhir = 17-25 tahun
b. Masa dewasa Awal = 26-35 tahun
c. Masa dewasa Akhir = 36-45 tahun
d. Masa lansia Awal = 46-55 tahun
e. Masa lansia Akhir = 56-65 tahun

3. Kandungan senyawa pada rokok

Dari aspek kesehatan, rokok mengandung 4000 zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan, seperti zat adiktif dan zat yang bersifat karsinogenik. Beberapa bahan kimia yang terkandung dalam rokok dan mampu memberikan efek yang mengganggu kesehatan seperti nikotin, tar, gas karbon monoksida (CO). Oleh

karena itu, seseorang akan terganggu kesehatannya bila merokok secara terus menerus. Hal ini disebabkan oleh nikotin yang dihisap. Zat-zat yang beracun yang terkadung dalam rokok antara lain :

a. Nikotin

Nikotin merupakan alkaloid yang bersifat stimulan dan pada dosis tinggi beracun. Zat ini hanya ada dalam tembakau, sangat aktif dan mempengaruhi otak/susunan saraf. Rata-rata kandungan nikotin dalam rokok sebesar 8,4 mg bahkan ada pula yan mengandung 100-200 mg. Dalam jangka panjang, nikotin akan menekan kemampuan otak untuk mengalami kenikmatan, sehingga perokok akan selalu membutuhkan kadar nikotin yang semakin tinggi untuk mencapai tingkat kepuasan dan ketagihannya. Sejak rokok dihisap, nikotin hanya butuh waktu 8 sampai 10 detik untuk sampai otak. Nikotin mempengaruhi susunan saraf pusat dengan mengubah kadar neutransmitter dan bahan kimiawi yang mengantur temperamen, belajar dan kemampuan konsentrasi. Nikotin merupakan racun dan bila digunakan dalam dosis besar dapat mematikan karena efek paralis yang ditimbulkan pada otot pernapasan. Nikotin meningkatkan denyut jantung dan menyebabkan vaokontriksi pebuluh darah sehingga mengganggu sikulasi darah (Prabawati, 2016).

b. Tar

Tar adalah senyawa polonulin hidrokarbon aromatika yang bersifat karsinogenik serta zat yang warnanya hitam pekat serta sangat lengket. Sekumpulan senyawayang para perokok biasanya terkumpul pada paru-paru. Tar yang menodai gigi serta jari-jari perokok. Warna tar hitam pekat dan sangat lengket, menyerupai aspal. Tar sangat berperan dalam merusakkan paru-paru perokok. Tar yang

didapatkan dari asap rokok akan terakumulasi serta menempel pada jalan nafas, tenggorokan dan permukaan alveolus paru-paru. Endapan tar akan mengganggu kerja paru-paru jadi terbentuklah flek atau noda di paru-paru yang akhirnya dapat menyebabkan kanker paru-paru (Prabawati, 2016).

c. Karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) merupakan homogen gas yang tidak memiliki bau, mudah diserap ke pada saluran pembuluh darah yang berakibat di secara fisiologis. kurang lebih 3-5 %asap rokok terdiri atas gas ini. Karbon monoksida bisa merusak fungsi darah pada tubuh. Gas CO bila masuk ke dalam paru-paru serta sirkulasi darah akan bereaksi dengan hemoglobin darah. Hemoglobin yang harus mengikat oksigen untuk proses pembakaran pada tubuh. Namun karena terdapat CO, maka oksigen tidak terikat sehingga tubuh akan kekurangan oksigen. Kadar CO yg tinggi mengakibatkan penyakit sesak napas, pingsan serta bahkan mengakibatkan kematian (Prabawati, 2016).

4. Definisi dan klasifikasi perokok

Jumlah rokok yang dihisap dapat dalam satuan batang, bungkus, pak per hari. Menurut WHO (2013) jenis perokok dapat dibagi atas 3 kelompok yaitu :

a. Perokok Ringan

Disebut perokok ringan apabila merokok kurang dari 10 batang perhari.

b. Perokok Sedang

Disebut perokok sedang jika menghisap 11 – 20 batang per hari.

c. Perokok Berat

Dianggap perokok berat bila menghisap lebih dari 20 btg. Jika sebatang rokok dihabiskan dalam sepuluh kali hisapan asap rokok maka pada tempo setahun

bagi perokok sejumlah 20 batang (satu bungkus) perhari akan mengalami 70.000 hisapan asap rokok. Beberapa zat kimia pada rokok yang berbahaya bagi kesehatan bersifat kumulatif (ditimbun), suatu saat takaran racunnya akan mencapai titik toksis sebagai akibatnya akan mulai kelihatan tanda-tanda yang ditimbulkan (Mamat, 2010).

5. Pengaruh rokok terhadap kadar hemoglobin

Hemoglobin seharusnya berikatan dengan O_2 yang sangat penting untuk pernapasan sel-sel tubuh, tetapi karena gas CO lebih kuat daripada O_2, maka gas CO ini merebut tempatnya di sisi hemoglobin. Hb akan bergandengan dengan gas CO. Kadar gas CO dalam darah bukan perokok kurang dari 1 persen, sementara dalam darah perokok mencapai 4-15 persen (Irawati dan Irahmah, 2011).

Karbon monoksida (CO) yang terkandung dalam rokok memiliki afinitas yang besar terhadap Hb sekitar 210-300 kali lebih besar dibandingkan dengan afinitas terhadap O_2, sehingga memudahkan keduanya untuk saling berikatan membentuk karboksihemoglobin, suatu bentuk inakatif dari Hb. Hal ini mengakibatkan Hb tidak dapat mengikat O_2, untuk dilepaskan ke berbagai jaringan sehingga menimbulkan terjadinya hipoksia jaringan. Tubuh manusia akan berusaha mengkompensasi penurunan kadar O_2 dengan cara meningkatkan kadar Hb (Wibowo dkk., 2017).

Fakta mengatakan bahwa perokok bernafas pada 250 mL CO dari setiap bungkus rokok. CO mengurangi kemampuan eritrosit untuk membawa O_2 dan tubuh mengkompensasi hal ini juga dengan memproduksi lebih banyak eritrosit yang dapat menyebabkan polisitemia. Polisitemia adalah suatu keadaan dimana terjadi peningkatan jumlah sel darah merah akibat pembentukan sel darah merah

yang berlebihan oleh sumsum tulang. Polisitemia adalah suatu kondisi yang jarang terjadi dimana tubuh terlalu banyak memproduksi sel darah merah. Orang dengan polisitemia memiliki peningkatan hemoglobin di atas batas normal hemoglobinnya melebihi 18 g/dL (Irawati dan Irahmah, 2011).