

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Rokok

1. Pengertian rokok

Rokok merupakan produk tembakau yang bersifat toksik dan dapat menimbulkan efek relaksasi maupun sugesti bagi penggunanya. Secara fisik, rokok berbentuk silinder yang berisi irisan atau cacahan daun tembakau. Rokok dikonsumsi dengan cara dibakar, kemudian asap yang dihasilkan dihisap atau dihirup oleh pengguna (Samad, Akbar dan Jufri, 2023).

Sejarah rokok berawal sekitar 4.000 tahun sebelum Masehi di wilayah Amerika Selatan. *Cristopher Columbus* tercatat sebagai orang Eropa pertama yang menemukan tanaman tembakau dan membawanya ke daratan Eropa. Setelah itu, para pelaut Eropa menyebarkan tembakau ke berbagai daerah dunia selama pelayaran mereka. Mereka juga meniru kebiasaan suku Aborigin yang menggunakan tembakau dengan cara memadatkannya ke dalam pipa atau cerutu lalu dibakar. Di Indonesia, jenis rokok yang umum dijumpai meliputi rokok elektrik, rokok kretek, dan rokok putih (Nurhayati dkk., 2022).

Rokok ini telah menjadi persoalan serius dalam kesehatan masyarakat. Indonesia sendiri sudah sejak lama mengenal dan akrab dengan penggunaan rokok (Alamsyah dkk, 2023). Rokok juga dikategorikan sebagai zat adiktif yang dapat menimbulkan dampak serius bagi kesehatan. Berbagai jenis rokok mengandung lebih dari 4.000 zat kimia berbahaya, termasuk nikotin dan tar. Paparan zat-zat

tersebut dapat memicu berbagai penyakit, seperti kanker paru-paru, penyakit jantung, serta sejumlah komplikasi pada kehamilan (Kamilia, 2023).

2. Jenis-jenis rokok

Menurut Rochka dkk (2019) rokok dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, diantaranya :

- a. Berdasarkan bentuk penggunaannya, rokok dibedakan menjadi rokok elektrik dan rokok non-elektrik.
- b. Berdasarkan bahan pembungkusnya,
 - 1) Kawung merupakan rokok yang bahan pembungkusnya berasal dari daun aren.
 - 2) Sigaret merupakan jenis rokok yang menggunakan bahan pmbungkus berupa kertas.
 - 3) Cerutu merupakan jenis rokok yang menggunakan bahan pembungkus daun tembakau.
- c. Berdasarkan bahan isinya, rokok terdiri :
 - 1) Rokok putih merupakan rokok yang bahan baku dan isinya berupa daun tembakau yang diberi perasa untuk mendapatkan efek rasa dan aroma tertentu.
 - 2) Rokok kretek merupakan jenis rokok yang bahan baku dan isinya berupa daun tembakau dan cengkeh yang kemudin diberi campuran perasa untuk memperoleh rasa dan aroma yang diinginkan.
 - 3) Rokok klembak merupakan jenis rokok yang bahan baku dan isinya berupa daun tembakau, cengkeh, dan menyan yang kemudian diberi perasa untuk mendapatkan efek rasa dan aroma tertentu.

- d. Berdasarkan penggunaan filternya, rokok dapat dikategorikan sebagai :
- 1) Rokok filter (RF) merupakan rokok yang pada bagian pangkalnya berisi gabus yang merupakan filternya.
 - 2) Rokok non-filter (RNF) merupakan jenis rokok yang pada bagian pangkalnya tidak berisi gabung untuk memfilter (rokok non-filter).

3. Komponen zat berbahaya pada rokok

Asap rokok diketahui mengandung ribuan zat kimia berbahaya. Berbagai laporan menunjukkan bahwa lebih dari 8.000 senyawa terkandung dalam asap rokok, dan sekitar 100 di antaranya telah diidentifikasi sebagai penyebab atau faktor risiko berbagai penyakit yang berkaitan dengan kebiasaan merokok. Senyawa-senyawa tersebut meliputi arsenik, benzo[a]pirena, karbon monoksida, berbagai logam berat seperti timbal dan kadmium, hidrogen sianida, nitrosamina spesifik tembakau, serta benzena. Keberadaan komponen berbahaya ini menjadikan rokok sebagai salah satu produk tembakau dengan efek toksik paling tinggi terhadap kesehatan manusia (Nurhayati, Bu'ulolo, dan Ndruru, 2018).

Setiap batang rokok bahkan diperkirakan mengandung lebih dari 4.000 jenis zat kimia, dengan sekitar 400 bersifat toksik dan sedikitnya 40 bersifat karsinogenik. Beberapa komponen utama yang paling berbahaya bagi tubuh diantaranya :

a. Nikotin

Nikotin merupakan senyawa adiktif yang menyebabkan ketergantungan fisik maupun psikologis. Zat ini bekerja cepat merangsang sistem saraf pusat dan memicu pelepasan hormon adrenalin. Pada awal paparan, nikotin dapat memberikan efek stimulasi sehingga perokok merasa lebih fokus. Namun,

penggunaan jangka panjang justru menurunkan fungsi kognitif dan memengaruhi kesehatan kardiovaskular. Peningkatan hormon adrenalin menyebabkan denyut jantung meningkat, tekanan kerja jantung bertambah, dan kebutuhan oksigen meningkat. Akibatnya, risiko penyakit jantung koroner menjadi lebih tinggi (Nurhayati, Bu'ulolo, dan Ndruru, 2018).

b. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida adalah gas beracun yang umumnya ditemukan pada emisi kendaraan bermotor, namun juga dihasilkan dari pembakaran rokok. Gas ini berikatan sangat kuat dengan hemoglobin, menggantikan posisi oksigen di dalam darah. Kondisi ini menyebabkan jaringan tubuh perokok mengalami kekurangan oksigen. Dampaknya terlihat pada tingginya risiko gangguan jantung, penyakit paru-paru kronis, serta gangguan pada saluran pernapasan. Gejala seperti sesak napas, batuk kronis, penurunan stamina, dan berkurangnya daya tahan tubuh sering muncul akibat akumulasi CO dalam darah. Interferensi CO terhadap sistem peredaran darah juga dapat memicu penyumbatan pembuluh darah dan meningkatkan risiko serangan jantung mendadak (Nurhayati, Bu'ulolo dan Ndruru, 2018).

c. Tar

Tar merupakan residu pekat berwarna coklat kehitaman yang terbentuk dari proses pembakaran tembakau. Zat ini bersifat karsinogenik dan dapat menumpuk di dalam paru-paru. Komponen tar terdiri atas berbagai senyawa berbahaya seperti benzo[a]pyrene, nitrosamine, β -naphthylamine, serta nikel. Paparan tar secara terus-menerus berkontribusi terhadap perkembangan kanker paru-paru, kanker

mulut, dan berbagai gangguan pernapasan lainnya (Nurhayati, Bu'ulolo dan Ndruru, 2018).

d. Aseton

Aseton adalah pelarut kimia yang banyak digunakan untuk menghilangkan cat atau pembersih industri. Keberadaannya dalam rokok menunjukkan besarnya paparan bahan kimia berbahaya yang masuk ke tubuh perokok setiap kali menghirup asap rokok (Nurhayati, Bu'ulolo dan Ndruru, 2018).

e. Formaldehid

Formaldehid atau formalin merupakan zat pengawet yang digunakan untuk menjaga jaringan biologis. Zat ini sangat iritatif bagi saluran napas dan bersifat karsinogenik. Paparan formaldehid dalam jangka panjang dapat memicu kerusakan jaringan pernapasan dan meningkatkan risiko kanker (Nurhayati, Bu'ulolo dan Ndruru, 2018).

f. Kadmium

Kadmium adalah logam berat yang biasanya digunakan dalam pembuatan baterai atau aki kendaraan. Logam ini bersifat toksik dan dapat terakumulasi dalam tubuh. Kadmium yang terhirup melalui asap rokok berisiko menyebabkan kerusakan ginjal, gangguan tulang, serta meningkatkan risiko kanker paru (Nurhayati, Bu'ulolo dan Ndruru, 2018).

4. Klasifikasi perokok

Menurut Rochka dkk. (2019) perokok diklasifikasikan menjadi 4 kategori, yaitu perokok ringan (≤ 10 batang/hari), perokok sedang (≤ 20 batang/hari), dan perokok berat (≥ 20 batang/hari). Selain itu, terdapat istilah *chippers*, yaitu perokok yang hanya mengonsumsi kurang dari 5 batang rokok per hari. Kelompok

ini jarang berkembang menjadi perokok berat dan memiliki risiko ketergantungan nikotin yang relatif rendah. Terdapat juga, istilah lainnya adalah social smoker, yakni orang yang merokok hanya pada kondisi atau acara tertentu, misalnya ketika bersosialisasi dengan teman lama atau menghadiri pesta. Pada kelompok ini, situasi sosial berperan sebagai pemicu munculnya perilaku merokok (Sidi, 2018).

B. Perilaku Merokok

1. Pengertian merokok

Merokok merupakan suatu perilaku menghisap asap hasil pembakaran tembakau yang merupakan bahan berbahaya bagi tubuh, umumnya rokok dihirup ke dalam mulut dan paru-paru. Produk tembakau yang paling banyak digunakan adalah rokok, namun bentuk lain seperti cerutu, pipa, dan shisha (waterpipe) juga banyak dijumpai. Di beberapa negara terdapat pula tembakau tanpa asap (*smokeless tobacco*) yang dikunyah atau ditempelkan pada gusi, tetapi bentuk konsumsi melalui pembakaran tembakau dianggap paling berbahaya dan paling banyak diteliti karena dampak kesehatannya yang signifikan (West, 2017).

Kebiasaan merokok termasuk salah satu faktor risiko perilaku utama yang berkontribusi besar terhadap berbagai penyakit serius. Sejak penelitian epidemiologi klasik pada tahun 1950-an, telah ditemukan hubungan erat antara kebiasaan merokok dengan penyakit kronis, terutama kanker paru-paru dan penyakit kardiovaskular (Dai dkk., 2022). Selain itu, zat berbahaya yang terkandung dalam rokok juga dapat menyebabkan kerusakan serta memicu berbagai macam jenis penyakit seperti periodontitis (infeksi gusi), faringitis (infeksi pada faring), laringitis (infeksi pada pita suara), bronkitis (infeksi

bronkus), serta gangguan paru-paru seperti kanker paru dan penyakit paru obstruktif (Sari dkk., 2021).

Dampak merokok tidak hanya dirasakan oleh perokok aktif, tetapi juga oleh orang-orang di sekitarnya melalui paparan asap rokok, yang terbukti dapat meningkatkan risiko penyakit jantung, kanker, serta gangguan pernapasan. Meskipun bukti mengenai bahaya merokok sudah banyak dipublikasikan dan berbagai program pengendalian tembakau telah diterapkan, prevalensi merokok di seluruh dunia masih tergolong tinggi. Pada tahun 2020, tercatat lebih dari satu miliar orang di dunia merupakan perokok aktif dan jutaan kematian setiap tahunnya dikaitkan langsung dengan kebiasaan merokok (Dai dkk., 2022).

2. Lama merokok

Lama merokok umumnya diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu ≤ 5 tahun, 5–10 tahun, dan ≥ 10 tahun. Semakin dini seseorang mulai merokok, semakin sulit untuk berhenti, dan risiko kematian meningkat seiring bertambahnya durasi serta jumlah rokok yang dikonsumsi. Dampak kesehatan akibat merokok biasanya muncul setelah penggunaan jangka panjang, yakni sekitar 10–20 tahun (Syarah, 2024).

3. Frekuensi merokok

Menurut (Rochka dkk., 2019) tipe perokok berdasarkan frekuensi merokok dibagi menjadi 3 kategori, yaitu :

- a. Perokok ringan, merupakan orang yang hanya merokok ≤ 10 batang/hari.
- b. Perokok sedang, merupakan orang mampu merokok sebanyak 10-20 batang/hari.
- c. Perokok berat, merupakan orang yang merokok ≥ 20 batang dalam sehari.

4. Faktor-faktor yang memengaruhi kebiasaan merokok

Kebiasaan merokok dipengaruhi oleh berbagai faktor individu, sosial, lingkungan, dan keluarga. Pengaruh lingkungan sekitar menjadi salah satu pemicu terbesar, di mana sebagian besar perokok melaporkan bahwa dorongan dari lingkungan sosial berperan dalam memulai kebiasaan tersebut. Selain itu, stres juga sering menjadi alasan seseorang mulai merokok karena dianggap membantu meredakan ketegangan emosional (Chezhian dkk., 2017).

Faktor psikologis juga berkontribusi sebagai pemicu internal, di mana krisis psikososial dapat membuat seseorang memandang merokok sebagai simbol kedewasaan, kekuatan, atau sebagai cara meningkatkan daya tarik di hadapan lawan jenis. Persepsi ini sering menjadi pendorong munculnya perilaku merokok pada individu tertentu (Amelia dkk., 2016).

Beberapa individu merokok untuk mendapatkan sensasi kesenangan, sehingga faktor kesenangan turut menjadi pendorong perilaku merokok. Tekanan teman sebaya merupakan faktor yang sangat berpengaruh terutama pada kelompok usia remaja dan dewasa muda, di mana keinginan untuk diterima dalam kelompok sosial dapat mendorong seseorang untuk mencoba merokok. Temuan ini diperkuat oleh data bahwa sebagian besar perokok biasanya merokok bersama teman-temannya, sehingga interaksi sosial menjadi pemicu yang signifikan dalam pembentukan kebiasaan merokok (Chezhian dkk., 2017).

Dari sisi lingkungan fisik, akses terhadap produk tembakau yang mudah dijangkau misalnya jarak penjual rokok yang dekat dengan tempat tinggal atau tempat kerja juga menjadi faktor yang meningkatkan kecenderungan seseorang untuk merokok karena stimulus lingkungan yang terus tersedia. Selain itu, budaya

lokal, seperti kebiasaan merokok hookah pada kelompok tertentu, dapat memperkuat norma sosial yang mendorong perilaku merokok. Di lingkungan keluarga, kebiasaan merokok orang tua atau anggota keluarga lainnya berperan besar dalam membentuk perilaku merokok seseorang. Pola interaksi keluarga, seperti konflik antara remaja dan orang tua, tingkat pengawasan, serta diskusi mengenai bahaya rokok, juga berpengaruh terhadap kemungkinan seseorang untuk merokok atau tidak (Chezhian dkk., 2017).

Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa kebiasaan merokok juga dapat dipengaruhi oleh kombinasi faktor genetik dan lingkungan, sehingga individu tertentu mungkin memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk mengembangkan kebiasaan merokok (Chezhian dkk., 2017).

5. Bahaya merokok bagi kesehatan

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO, 2016) melaporkan bahwa satu dari sepuluh kematian pada orang dewasa berkaitan dengan kebiasaan merokok. Jika kondisi ini terus berlangsung, diperkirakan sekitar 10 juta orang akan meninggal akibat rokok setiap tahunnya pada tahun 2020, di mana sekitar 70% kasus terjadi di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Merokok juga menjadi faktor utama penyebab berbagai penyakit serius, seperti hampir 90% kasus kanker paru, 75% penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), serta sekitar 25% kasus serangan jantung. Selain itu, rokok turut memicu berbagai gangguan kesehatan lainnya, seperti impotensi, kelahiran prematur, bayi berat lahir rendah (BBLR), dan sejumlah komplikasi kesehatan lain (Isra, 2018).

Kandungan rokok juga mengakibatkan berbagai macam penyakit pada mulut seperti periodonitis (infeksi pada gusi), penyakit kerongkongan seperti faringitis

(infeksi faring) dan laringitis(infeksi laring atau pita suara) (Sari dkk., 2021). Untuk memahami lebih jauh, berikut beberapa bahaya merokok bagi kesehatan (Rochka dkk., 2019):

a. Kanker

Merokok merupakan salah satu penyebab utama berbagai jenis kanker. Kebiasaan ini secara signifikan meningkatkan risiko kanker paru-paru serta kanker pada saluran napas, rongga mulut, kerongkongan, lambung, hati, pankreas, kandung kemih, ginjal, kolon, dan beberapa jenis kanker darah. Perokok jauh lebih berpeluang mengalami kanker paru dibandingkan orang yang tidak merokok.

b. Penyakit paru-paru

Asap rokok memicu peradangan, penyempitan saluran napas, serta kerusakan alveoli. Perubahan ini dapat menurunkan fungsi paru dan berpotensi berkembang menjadi penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), seperti bronkitis kronis dan emfisema. Risiko kanker paru juga meningkat karena paparan zat karsinogen dalam asap rokok.

c. Penyakit jantung koroner

Nikotin dan karbon monoksida dalam rokok dapat mengganggu fungsi jantung dengan mempersempit pembuluh darah dan mengurangi suplai oksigen. Hal ini membuat perokok lebih rentan mengalami penyakit jantung koroner, serangan jantung, serta gangguan sirkulasi. Risiko meningkat seiring durasi dan jumlah rokok yang dikonsumsi.

d. Gangguan reproduksi pria

Paparan nikotin dapat menurunkan kualitas sperma dan mengganggu proses pematangan sperma. Bahan kimia dalam rokok juga menghambat aliran darah ke organ reproduksi sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya disfungsi ereksi.

e. Kanker mulut, bibir dan kerongkongan

Tar dan panas dari asap rokok merusak jaringan mukosa di mulut, bibir, dan kerongkongan. Kerusakan berulang dapat memicu perubahan sel menjadi ganas sehingga meningkatkan risiko kanker pada area tersebut.

f. Kerusakan otak dan indra

Penyempitan pembuluh darah akibat nikotin dapat mengurangi aliran oksigen ke otak. Kondisi ini dapat mengganggu fungsi otak dan memengaruhi organ indra, termasuk penglihatan dan pendengaran.

g. Gangguan kehamilan dan kesehatan reproduksi wanita

Merokok saat hamil dapat menyebabkan bayi lahir dengan berat badan rendah, cacat, keguguran, bahkan kematian saat persalinan. Selain itu, kebiasaan merokok meningkatkan risiko kanker serviks dan menurunkan kesuburan wanita.

h. Stroke

Asap rokok berperan dalam pembentukan plak dan penyempitan pembuluh darah otak, sehingga meningkatkan risiko stroke. Perokok lebih rentan mengalami stroke dibandingkan bukan perokok.

i. Katarak

Paparan bahan kimia rokok dapat merusak lensa mata dan mempercepat terbentuknya katarak. Perokok memiliki potensi lebih tinggi untuk mengalami penurunan penglihatan hingga kebutaan.

j. Kerusakan kulit

Asap rokok merusak kolagen dan mengganggu sirkulasi darah pada kulit. Akibatnya, kulit perokok lebih cepat mengalami penuaan, tampak kering, dan muncul garis-garis halus.

k. Gangguan pendengaran

Pembuluh darah yang menyempit akibat rokok mengurangi suplai oksigen ke telinga bagian dalam. Hal ini dapat menurunkan kemampuan pendengaran dan meningkatkan kerentanan terhadap infeksi telinga.

l. Kerusakan gigi

Rokok mempercepat pembentukan plak, menyebabkan bau mulut, dan merusak jaringan penyangga gigi. Perokok lebih berisiko mengalami kehilangan gigi dibandingkan bukan perokok.

m. Emfisema

Kerusakan pada kantung udara (alveoli) akibat paparan asap rokok dapat menyebabkan emfisema. Kondisi ini menurunkan kemampuan paru untuk mengalirkan oksigen dan membuang karbon dioksida.

C. Pria Dewasa

1. Pengertian pria dewasa

Masa dewasa merupakan tahap perkembangan kehidupan manusia yang terjadi setelah masa kanak-kanak dan remaja, ketika individu telah mencapai

kematangan fisik dan psikologis. Pada tahap ini, seseorang tidak lagi berada pada fase pertumbuhan anak-anak, melainkan telah memasuki periode kehidupan yang ditandai dengan stabilitas perkembangan dan kesiapan menjalani peran sosial (Kirana, 2022).

Masa dewasa merupakan fase perkembangan yang berlangsung paling lama dalam rentang kehidupan manusia. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2023), masa dewasa berada pada rentang usia 18 hingga 59 tahun, yang dapat dibedakan menjadi dewasa awal pada usia 18–40 tahun dan dewasa madya pada usia 40–59 tahun. Dalam periode ini, individu berada pada kondisi biologis yang relatif stabil, sehingga faktor gaya hidup, termasuk kebiasaan merokok, dapat memberikan pengaruh terhadap kondisi kesehatan (Kirana, 2022).

2. Batas usia pria dewasa

Batas usia dewasa dapat ditentukan melalui pendekatan psikologi perkembangan dan kesehatan masyarakat. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2023) mengelompokkan usia dewasa pada rentang 18–59 tahun, sedangkan usia lanjut dimulai pada usia 60 tahun ke atas.

Berdasarkan pengelompokan tersebut, usia dewasa dipahami sebagai fase kehidupan yang berlangsung setelah masa remaja dan sebelum memasuki usia lanjut, yaitu pada rentang usia 18–59 tahun. Rentang usia ini menggambarkan fase kehidupan dewasa yang ditandai dengan kematangan biologis, psikologis, dan sosial, sehingga memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan fase usia lainnya (Kemenkes, 2023).

3. Karakteristik pria dewasa

Pria dewasa memiliki karakteristik yang menunjukkan kematangan dalam aspek biologis, psikologis, dan sosial. Secara biologis, pria dewasa ditandai dengan kondisi fisik yang relatif stabil dan telah mencapai perkembangan optimal. Secara psikologis, pria dewasa memiliki kemampuan berpikir rasional, kestabilan emosi, serta tanggung jawab dalam mengambil keputusan. Secara sosial, pria dewasa mampu menjalankan peran sosial, memiliki tanggung jawab, serta mampu beradaptasi dalam kehidupan bermasyarakat. Karakteristik tersebut mencerminkan tingkat kedewasaan individu yang tidak hanya ditentukan oleh usia, tetapi juga oleh kematangan kepribadian dan peran sosial dalam kehidupan sehari-hari (Husnaini, 2024).

D. Hemoglobin

1. Pengertian hemoglobin

Hemoglobin (Hb) merupakan salah satu jenis protein heme yang berada di dalam eritrosit atau sel darah merah dan memiliki kemampuan mengikat molekul oksigen, karbon dioksida, serta proton. Kehadiran hemoglobin turut menentukan warna merah pada darah karena pigmen heme yang terkandung di dalamnya. Dengan demikian, kadar hemoglobin dalam tubuh menjadi salah satu indikator penting kesehatan, khususnya dalam menilai kemampuan darah dalam mengangkut oksigen serta mendukung fungsi fisiologis tubuh secara keseluruhan (Sasputra, 2019).

Selain hemoglobin normal, terdapat beberapa bentuk turunan lainnya, yaitu hemoglobin atau methemoglobin (Hi), sulfohemoglobin (SHb), serta karboksihemoglobin (HbCO). Methemoglobin merupakan hemoglobin yang

mengalami oksidasi dari bentuk ferro menjadi ferri tanpa perubahan pada rantai polipeptidanya. Kondisi ini membuat methemoglobin kehilangan kemampuan untuk mengikat oksigen secara reversibel. Dalam keadaan fisiologis, jumlah methemoglobin di dalam tubuh berkisar hingga 1,5% (Anggraini, 2022).

Sulfohemoglobin terbentuk ketika sulfur berikatan dengan cincin heme akibat proses oksidasi, menghasilkan hemokrom berwarna hijau yang membuat darah tampak ungu muda hingga ungu. Bentuk hemoglobin ini tidak mampu mengangkut oksigen, tetapi masih dapat berikatan dengan karbon monoksida (CO), membentuk karboksisulfohemoglobin. SHb akan tetap berada di dalam eritrosit sampai sel tersebut mengalami kerusakan (Anggraini, 2022).

Sementara itu, karboksihemoglobin adalah bentuk hemoglobin yang berikatan dengan CO, baik yang berasal dari lingkungan maupun hasil degradasi heme dalam tubuh. Karbon monoksida memiliki afinitas sekitar 210 kali lebih kuat daripada oksigen terhadap hemoglobin. Akibatnya, HbCO tidak dapat membawa oksigen dan memberikan warna darah merah cerah menyerupai buah ceri (Anggraini, 2022).

2. Struktur dan fungsi hemoglobin

Hemoglobin merupakan molekul protein yang terdiri atas globin atau apoprotein serta empat gugus heme yang masing-masing mengandung atom besi. Pada orang dewasa, hemoglobin normal (HbA) tersusun dari empat rantai polipeptida, yaitu dua rantai alfa dan dua rantai beta yang berperan dalam pengikatan gas pernapasan. Di bagian inti setiap subunit hemoglobin terdapat cincin porfirin, yaitu struktur heterosiklik yang berikatan dengan atom besi dan

membentuk heme sebagai komponen utama pengangkut oksigen (Nining dkk., 2025).

Setiap molekul hemoglobin memiliki empat subunit, sehingga secara keseluruhan mampu mengikat hingga empat molekul oksigen melalui ikatan dengan atom besi pada gugus heme. Gugus heme tersusun dari protoporfirin yang terdiri atas empat cincin pirol yang saling terhubung membentuk cincin tetrapirrol, dilengkapi empat gugus metil, dua gugus vinil, dan dua rantai propionol. Secara total, hemoglobin memiliki empat grup heme dan empat rantai polipeptida dengan jumlah 574 asam amino, di mana setiap rantai alfa mengandung 141 asam amino dan setiap rantai beta mengandung 146 asam amino (Nining dkk., 2025).

Hemoglobin memiliki fungsi utama dalam mengatur pertukaran gas, yaitu membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh serta mengembalikan karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru untuk dikeluarkan (Hanifah, 2022). Sebagai protein utama dalam eritrosit, hemoglobin juga berfungsi mengangkut kembali karbon dioksida dan proton dari jaringan perifer menuju organ pernapasan (Sari dkk., 2021). Molekul hemoglobin bersifat alosterik dan tersusun atas empat subunit sehingga mampu berikatan secara reversible dengan oksigen, memungkinkan proses pengikatan di paru-paru dan pelepasan oksigen sesuai kebutuhan jaringan. Selain itu, hemoglobin membantu mempertahankan bentuk sel darah merah agar tetap bikonkaf sehingga sel dapat melewati kapiler dengan lebih efisien (Hanifah, 2022).

3. Nilai normal hemoglobin

Penentuan nilai hemoglobin normal pada seseorang tidak selalu mudah karena setiap individu dapat memiliki variasi kadar hemoglobin yang berbeda. Meskipun

begitu, WHO telah menetapkan batasan kadar hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin (Sungkawa dan Wahdaniah, 2020). kadar hemoglobin diukur berdasarkan g/dL, dimana kadar hemoglobin normal berbeda sesuai kelompok usia dan jenis kelamin. Pada anak usia 5–11 tahun, kadar hemoglobin dianggap normal jika $\geq 11,5$ g/dL, sedangkan untuk usia 12–14 tahun batas normalnya $\geq 12,0$ g/dL. Pada perempuan berusia lebih dari 15 tahun, nilai hemoglobin normal adalah $\geq 12,0$ g/dL, sementara pada laki-laki $\geq 13,0$ g/dL (Atika dkk., 2022).

Menurut WHO (2011) interpretasi rentang nilai normal hemoglobin disajikan seperti tabel berikut :

Tabel 1
Kadar Hemoglobin

Jenis Kelamin	Kadar Hemoglobin
Laki-laki	Tinggi > 18 g/dL
	Normal 13-18 g/dL
	Rendah < 13 g/dL
Perempuan	Tinggi > 16 g/dL
	Normal 12-16 g/dL
	Rendah < 12 g/dL

Sumber : *World Health Organization (WHO)* (2024)

4. Faktor yang dapat memengaruhi hemoglobin

Kadar hemoglobin dalam tubuh dipengaruhi oleh beragam faktor, seperti usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas, status gizi, serta pola hidup. Pola hidup yang dimaksud mencakup kebiasaan merokok dan konsumsi zat tertentu yang dapat mengurangi penyerapan zat besi. Beberapa senyawa yang berperan sebagai penghambat penyerapan besi (inhibitor) meliputi kafein, tanin, oksalat, dan fitat, yang umumnya ditemukan dalam minuman kopi, teh, serta berbagai produk olahan kedelai (Fadlilah, 2018).

Jenis kelamin merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kadar hemoglobin. Perbedaan kadar hemoglobin antara laki-laki dan perempuan sudah terlihat sejak usia enam bulan, di mana anak perempuan cenderung memiliki kadar hemoglobin yang lebih tinggi dibandingkan anak laki-laki (Nurdiana, 2016). Namun, secara umum perempuan lebih rentan mengalami penurunan hemoglobin, terutama saat mengalami menstruasi (Fadlilah, 2018). Selain jenis kelamin, faktor usia juga berperan, karena seiring bertambahnya usia, fungsi organ tubuh mengalami penurunan, termasuk sumsum tulang yang bertugas memproduksi sel darah merah. Penurunan produksi sel darah merah ini dapat meningkatkan risiko terjadinya anemia.

Faktor lain yang turut memengaruhi kadar hemoglobin adalah tingkat aktivitas fisik. Aktivitas fisik mencakup berbagai gerakan tubuh yang melibatkan otot rangka dan membutuhkan penggunaan energi. Ketika tubuh bergerak, proses metabolisme meningkat dan menghasilkan lebih banyak ion hidrogen serta asam laktat, yang dapat menurunkan pH darah. Penurunan pH ini membuat ikatan antara hemoglobin dan oksigen menjadi lebih lemah, sehingga hemoglobin melepaskan oksigen dalam jumlah lebih besar untuk memenuhi kebutuhan otot. Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur dapat membantu meningkatkan kadar hemoglobin, namun latihan yang terlalu berat justru dapat memicu hemolisis dan berpotensi menurunkan kadar hemoglobin (Fadlilah, 2018).

5. Metode pemeriksaan hemoglobin

a. Metode sahli

Metode Sahli merupakan teknik pemeriksaan hemoglobin yang dilakukan secara visual. Pada metode ini, sampel darah terlebih dahulu dicampurkan dengan

larutan HCl sehingga hemoglobin bereaksi dan berubah menjadi bentuk asam hematin (Chalisa, 2021).

Tujuan pemeriksaan hemoglobin dengan metode Sahli yaitu untuk menentukan kadar hemoglobin seseorang dalam satuan g/dL. Pada pemeriksaan ini, hemoglobin yang terdapat dalam darah diubah menjadi bentuk hematin asam, kemudian warna yang dihasilkan dibandingkan secara visual dengan standar warna yang tersedia pada alat Sahli. Prinsip kerjanya adalah hemoglobin bereaksi dengan larutan HCl 0,1 N sehingga terbentuk hematin asam, yang selanjutnya dibandingkan dengan standar warna untuk menilai konsentrasi hemoglobin (Faatih dkk., 2017).

b. Metode POCT

Point of Care Testing (POCT) merupakan metode pemeriksaan hemoglobin yang praktis dan mudah digunakan. Alat ini memudahkan fasilitas kesehatan maupun masyarakat karena mampu memberikan hasil secara cepat, sederhana, dan dengan biaya yang relatif terjangkau (Chalisa, 2021).

Selain itu, POCT juga sangat bermanfaat untuk digunakan di daerah yang jauh dari laboratorium, sehingga pemeriksaan dapat dilakukan tanpa harus menunggu akses ke fasilitas pemeriksaan yang lebih lengkap. Pemilihan POCT umumnya didasari oleh kebutuhan untuk memperoleh hasil secara segera, mempersingkat waktu tunggu, serta memungkinkan tenaga kesehatan mengambil tindakan cepat berdasarkan hasil yang tersedia. Metode ini juga dapat mengurangi kesalahan pada tahap pra-analitik maupun pasca-analitik, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pemeriksaan secara keseluruhan (Faatih dkk., 2017).

Prinsip kerja metode POCT dalam pengukuran hemoglobin didasarkan pada perubahan potensial listrik yang terjadi dalam waktu singkat akibat reaksi kimia antara sampel darah dan elektroda pada strip reagen. Perangkat POCT memanfaatkan teknologi biosensor yang menghasilkan sinyal listrik dari interaksi hemoglobin dengan elektroda tersebut. Perubahan potensial listrik yang terbentuk kemudian dikonversi menjadi nilai numerik, sehingga dapat ditampilkan sebagai kadar hemoglobin dalam darah (Aliviameita dan Rinata, 2020).

c. Metode *Cyanmethemoglobin*

Metode *Cyanmethemoglobin* dianggap sebagai standar utama dalam penentuan kadar hemoglobin karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan biaya pemeriksaan yang relatif terjangkau, meskipun proses analisisnya membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan beberapa metode lainnya. Prinsip kerjanya melibatkan derivat hemoglobin dalam darah kecuali verdoglobin menjadi hemoglobinsianida (*cyanmethemoglobin*) melalui penambahan reagen khusus yang telah disediakan dalam kit pemeriksaan. Reaksi ini berlangsung optimal dalam waktu sekitar tiga menit, menghasilkan warna yang stabil dan dapat diukur dengan fotometer. Selain itu, metode ini memiliki tingkat kesalahan yang rendah, yaitu sekitar 2%, sehingga tetap menjadi pilihan yang banyak digunakan dalam pemeriksaan laboratorium (Faatih dkk., 2017).

d. Metode *hematology analyzer* darah

Hematology analyzer merupakan perangkat laboratorium yang digunakan untuk menghitung dan menganalisis sel darah secara otomatis. Alat ini memungkinkan pemeriksaan darah lengkap sekaligus memberikan informasi

mengenai berbagai komponen darah, termasuk sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit (Andi dkk., 2025).

Pemeriksaan menggunakan hematology analyzer termasuk sebagai gold standar dalam penegakan diagnosis hematologi, termasuk untuk penentuan kadar hemoglobin. Alat ini menggunakan beberapa metode pengukuran, antara lain electrical impedance, fotometri, flow cytometry, dan analisis histogram. Pengukuran hemoglobin pada alat hematology analyzer dilakukan menggunakan metode fotometri dan metode non-sianida SLS-Hb. Sodium Lauryl Sulfate (SLS) merupakan surfaktan anionik dengan sifat hidrofobik yang mampu berikatan kuat dengan protein. Pada metode non cyanide SLS-Hb, terdapat empat tahapan reaksi. Setelah sel darah merah mengalami lisis, SLS diserap oleh membran sel dan memicu perubahan struktur protein. Tahap berikutnya adalah perubahan konformasi pada molekul globin. Tahap ketiga melibatkan oksidasi hemoglobin dari Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} yang dipengaruhi oleh perubahan globin tersebut. Pada tahap akhir, gugus hidrofilik SLS berikatan dengan Fe^{3+} sehingga membentuk kompleks yang stabil (Dameuli, 2018).

Hematology analyzer memiliki sejumlah keunggulan, seperti efisiensi waktu, penggunaan sampel yang minimal, serta tingkat ketelitian hasil yang tinggi. Proses pemeriksaannya berlangsung cepat, yaitu sekitar 3–5 menit, dan hanya membutuhkan sedikit volume darah. Selain itu, hasil yang dihasilkan telah melalui proses quality control internal laboratorium. Namun, alat ini juga memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya memerlukan perawatan rutin, membutuhkan kondisi suhu ruangan yang stabil, serta harus menjalani pengecekan atau kontrol secara berkala (Dameuli, 2018).

e. Metode $CuSO_4$ (Tembaga Sulfat)

Metode tembaga sulfat ($CuSO_4$) merupakan metode gravimetri yang bersifat semi-kuantitatif dan banyak digunakan dalam kegiatan skrining donor darah. Metode ini memiliki keunggulan karena prosedurnya sederhana dan biaya yang relatif rendah, namun tingkat ketelitiannya kurang optimal dibandingkan metode pemeriksaan hemoglobin lainnya. Pemeriksaan hemoglobin dengan metode tembaga sulfat ($CuSO_4$) dilakukan dengan meneteskan satu tetes darah kapiler ke dalam larutan $CuSO_4$ dengan berat jenis tertentu. Hasil pemeriksaan ditentukan berdasarkan posisi tetesan darah, yaitu terapung, melayang, atau terbenam, yang menggambarkan kisaran kadar hemoglobin (Faatih dkk., 2020).

Metode ini memiliki kelebihan berupa prosedur yang cepat, sederhana, dan biaya rendah. Namun, penerapannya memiliki keterbatasan, antara lain ketergantungan pada kualitas larutan yang terstandar, perubahan berat jenis larutan seiring waktu, serta hasil pemeriksaan yang kurang presisi dibandingkan metode kuantitatif lainnya (Faatih dkk., 2020).

f. *Haemoglobin Color Scale (HCS)*

Metode pemeriksaan Hb ini merupakan metode yang dilakukan dengan prinsip membandingkan warna darah dengan skala warna merah yang menggambarkan kadar hemoglobin pada rentang 4, 6, 8, 10, 12, dan 14 g/dl. Pemeriksaan dilakukan dengan meneteskan satu tetes darah pada strip uji, kemudian setelah sekitar 30 detik warna yang terbentuk dicocokkan dengan skala warna yang tersedia. Tingkat ketepatan metode ini dipengaruhi oleh kualitas teknologi pewarna serta bahan kertas strip yang digunakan. Metode HCS memiliki keunggulan berupa prosedur yang sederhana, biaya relatif rendah, bersifat

portabel, tidak memerlukan sumber listrik, serta memiliki tingkat sensitivitas sebesar 95% dan spesifisitas sebesar 99,5% (Faatih dkk., 2020).

E. Mekanisme Rokok Memengaruhi Hemoglobin

Hemoglobin merupakan protein tetramer dalam eritrosit yang berfungsi membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan serta mengembalikan karbon dioksida dan ion hidrogen ke paru-paru. Struktur hemoglobin tersusun atas empat rantai polipeptida dengan variasi subunit, seperti $\alpha_2\beta_2$ pada hemoglobin dewasa normal, $\alpha_2\gamma_2$ pada hemoglobin janin, $\alpha_2\delta_2$ pada hemoglobin dewasa minor, dan α_2S_2 pada hemoglobin sel sabit (Amelia dkk., 2016).

Asap rokok mengandung karbon monoksida (CO) yang memiliki daya ikat sangat tinggi terhadap hemoglobin, sehingga mudah berikatan dan membentuk karboksihemoglobin yang tidak mampu mengikat oksigen. Keberadaan karboksihemoglobin menurunkan kapasitas angkut oksigen sehingga memicu hipoksia jaringan. Kondisi hipoksia ini kemudian merangsang tubuh untuk meningkatkan produksi hemoglobin sebagai bentuk kompensasi fisiologis, yang dipengaruhi oleh lamanya kebiasaan merokok dan jumlah rokok yang dihisap per hari (Wibowo dan Pangemanan, 2017).

Kadar hemoglobin yang melebihi nilai normal sering dijumpai pada perokok. Peningkatan ini merupakan respons kompensasi tubuh terhadap rendahnya oksigen yang dapat berikatan dengan hemoglobin, karena tempat ikatnya banyak digantikan oleh karbon monoksida. Gas CO memiliki afinitas jauh lebih tinggi terhadap hemoglobin dibandingkan oksigen, sehingga hemoglobin lebih mudah membentuk karboksihemoglobin. Kondisi ini menurunkan tekanan parsial oksigen (PO_2) dalam tubuh, sehingga merangsang proses hematopoiesis dan akhirnya

meningkatkan produksi hemoglobin sebagai bentuk penyesuaian fisiologis (Andayani dkk., 2022).