

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kopi

1. Definisi kopi

Kopi adalah salah satu minuman yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dan dunia. Di Indonesia, kopi tidak hanya dikonsumsi sebagai minuman sehari-hari, tetapi juga menjadi komoditas unggulan dalam sektor perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Secara global, kopi adalah komoditas pangan yang paling banyak dikonsumsi dan diperdagangkan kedua di dunia (Fujioka dan Shibamoto, 2008 dalam Farhaty dan Muchtaridi, 2016).

Kopi adalah minuman yang dibuat dengan memproses dan mengekstrak biji kopi. Secara umum, ada beberapa jenis kopi yang populer di seluruh dunia, yaitu kopi Arabika, Robusta, dan Liberika. Budidaya kopi di Indonesia dimulai pada tahun 1696, dengan jenis kopi Arabika sebagai tanaman pertama yang dibudidayakan (Farhaty dan Muchtaridi, 2016).

2. Kandungan kopi

Kopi merupakan minuman hasil ekstraksi biji tanaman *Coffea* yang mengandung berbagai senyawa kimia aktif. Komponen utama yang paling banyak dibahas dalam kopi adalah kafein, yang termasuk ke dalam golongan alkaloid jenis metilxantin (1,3,7-trimetilxantin).

Kafein berbentuk serbuk kristal berwarna putih, tidak berbau, dan memiliki rasa pahit. Kandungan kafein bervariasi berdasarkan jenis kopi, yaitu sekitar 0,4-2,4% pada kopi Arabika dan 1-2% pada kopi Robusta dari total berat kering biji, sementara pada secangkir kopi seduh mencapai 0,9-1,6% untuk Arabika, 1,4-2,9%

untuk Robusta, dan 1,7% untuk campuran perbandingan 3:2:1(Hastuti, 2018).



Gambar 1 Struktur Kimia Kafein (1,3,7-trimetilxantin)

Sumber: (Hastuti, 2018)

Selain kafein, kopi juga mengandung asam organik seperti asam klorogenat yang berperan dalam memberikan cita rasa dan aktivitas antioksidan. Kandungan senyawa volatil seperti aldehyd, keton, alkohol, ester, furfural, asam format, dan asam asetat berperan dalam membentuk aroma khas kopi. Sementara itu, senyawa non-volatil meliputi kafein, asam klorogenat, dan berbagai senyawa nutrisi seperti karbohidrat, protein, lemak, serta mineral (Hastuti, 2018).

Kopi juga mengandung tanin, yaitu senyawa polifenol yang dapat memberikan rasa sepat dan berpotensi menghambat penyerapan mineral tertentu, termasuk zat besi. Tanin diketahui mampu berikatan dengan zat besi non-heme sehingga dapat mengurangi ketersediaannya bagi tubuh. Kandungan ini menjadi penting dalam penelitian yang mengkaji hubungan antara konsumsi kopi dan kadar hemoglobin (Hastuti, 2018).

Selain memiliki manfaat, kandungan kafein dan asam organik dalam kopi jika dikonsumsi berlebihan dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan, terutama

pada individu dengan lambung sensitif. Oleh karena itu, konsumsi kopi perlu dilakukan secara bijak dan disesuaikan dengan kondisi tubuh (Hastuti, 2018).

3. Kebiasaan minum kopi pada masyarakat

Kebiasaan mengonsumsi kopi pada masyarakat menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Perubahan gaya hidup, pengaruh media sosial, serta menjamurnya *coffee shop* menjadi faktor yang mendorong masyarakat untuk mengonsumsi kopi secara rutin. Kopi tidak lagi dipandang hanya sebagai minuman orang dewasa, tetapi telah menjadi bagian dari gaya hidup masyarakat, terutama di lingkungan perkotaan (Khasanah dan Safilah, 2023).

Masyarakat cenderung mengonsumsi kopi dalam berbagai bentuk, seperti kopi instan, kopi *sachet*, minuman kopi kemasan, serta kopi yang dijual di kafe. Alasan utama masyarakat mengonsumsi kopi antara lain untuk meningkatkan konsentrasi saat bekerja, mengurangi rasa kantuk, dan sebagai sarana bersosialisasi. Namun, kebiasaan ini sering kali tidak disertai dengan pemahaman yang cukup mengenai dampak konsumsi kopi terhadap kesehatan, khususnya terhadap status gizi dan kadar hemoglobin (Adiansyah, Muniroh, dan Maharani, 2024).

Konsumsi kopi yang dilakukan secara rutin dan berlebihan, terutama jika dikonsumsi berdekatan dengan waktu makan, berpotensi mengganggu penyerapan zat besi dalam tubuh. Hal ini dapat meningkatkan risiko terjadinya anemia pada masyarakat, terutama perempuan yang memiliki kebutuhan zat besi lebih tinggi akibat menstruasi. Oleh karena itu, pemahaman mengenai pola dan kebiasaan konsumsi kopi pada masyarakat menjadi penting sebagai dasar dalam menilai risiko gangguan status hemoglobin (Khasanah dan Safilah, 2023).

B. Anemia

1. Definisi anemia

Anemia merupakan kondisi ketika kadar hemoglobin atau jumlah sel darah merah berada di bawah batas normal sesuai usia dan jenis kelamin seseorang (Astuti, 2023). Keadaan ini menggambarkan berkurangnya kapasitas darah dalam mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh. Pada masyarakat, terutama yang perempuan, risiko anemia lebih tinggi karena kebutuhan zat besi meningkat dan adanya kehilangan darah selama menstruasi, yang dapat menurunkan kadar hemoglobin serta memengaruhi daya tahan tubuh (Mulyani, 2024). Sejalan dengan itu, Anggoro (2020) dalam Indrawatiningsih dkk., (2021) menjelaskan bahwa anemia terjadi akibat menurunnya massa eritrosit yang berujung pada penurunan konsentrasi hemoglobin di dalam darah.

2. Jenis-jenis anemia

Anemia dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan penyebab dan mekanisme terjadinya. Pemahaman mengenai jenis-jenis anemia penting untuk menentukan penatalaksanaan yang tepat, karena setiap jenis memiliki karakteristik, faktor risiko, serta dampak klinis yang berbeda. Secara umum, anemia dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sebagai berikut:

a. Anemia defisiensi zat besi

Jenis anemia yang paling banyak ditemui di masyarakat adalah anemia defisiensi besi. Anemia yang paling sering dialami masyarakat adalah anemia yang disebabkan oleh kekurangan zat besi. Zat besi berperan penting sebagai komponen hemoglobin, sehingga bila tubuh kekurangan zat besi, proses pembentukan hemoglobin akan ikut menurun. Namun, penurunan kadar

hemoglobin biasanya baru tampak ketika cadangan zat besi dalam tubuh benar-benar menipis (Rahayu dkk., 2019).

Kondisi kekurangan zat besi ini kemudian berkembang menjadi anemia defisiensi besi, yaitu keadaan ketika tubuh tidak memiliki cukup zat besi untuk mendukung proses pembentukan sel darah merah. Kekurangan tersebut menyebabkan produksi hemoglobin menurun, sehingga konsentrasi hemoglobin dalam darah ikut berkurang. Pada tahap awal, seseorang mungkin belum menunjukkan tanda klinis apa pun, namun cadangan zat besi yang semakin menipis menandakan bahwa tubuh mulai memasuki fase anemia. Ketika simpanan besi ini hampir habis, sumsum tulang tidak lagi mampu menghasilkan eritrosit secara optimal, yang pada akhirnya menyebabkan kadar hemoglobin berada di bawah nilai normal (Amalia dkk., 2022).

Anemia defisiensi besi terutama terjadi karena tidak tersedianya zat besi dalam jumlah yang memadai untuk mendukung proses eritropoiesis. Kekurangan ini tampak dari berkurangnya kadar besi serum, cadangan besi, serta menurunnya saturasi transferrin, disertai peningkatan kapasitas ikat besi atau *total iron binding capacity* (TIBC). Secara morfologis, anemia ini ditandai dengan eritrosit berukuran kecil dan pucat (mikrositik–hipokrom), yang mencerminkan hambatan dalam sintesis hemoglobin akibat insufisiensi zat besi tersebut (Amalia dkk., 2022).

b. Anemia defisiensi vitamin C

Anemia defisiensi vitamin C adalah kondisi langka dan biasanya terjadi setelah tubuh mengalami defisiensi vitamin C yang parah dalam jangka waktu lama. Kekurangan ini disebabkan oleh kurangnya vitamin C dalam makanan

sehari-hari. Vitamin C memainkan peran penting dalam penyerapan zat besi, sehingga kadar zat besi yang rendah juga dapat mengurangi kemampuan tubuh untuk menyerap zat besi. Keadaan ini dapat menghambat pembentukan hemoglobin dan menyebabkan anemia. (Rahayu dkk., 2019).

c. Anemia makrositik

Anemia jenis ini timbul akibat kurangnya vitamin B12 atau asam folat dalam tubuh. Kekurangan kedua mikronutrien tersebut menyebabkan pembentukan sel darah merah menjadi tidak sempurna sehingga menghasilkan eritrosit berukuran besar dan abnormal (makrositik). Sel-sel tersebut umumnya memiliki kadar hemoglobin yang normal atau justru lebih tinggi (hiperkrom), serta ditandai dengan nilai *Mean Corpuscular Volume* (MCV) yang meningkat. Sekitar 90% kasus anemia makrositik berkaitan dengan anemia pernisiiosa. Selain mengganggu proses pembentukan eritrosit, defisiensi vitamin B12 juga berdampak pada sistem saraf, menyebabkan gejala seperti kesemutan, mati rasa pada tangan dan kaki, gangguan persepsi warna tertentu, lesi pada lidah, penurunan berat badan, penggelapan warna kulit, serta menurunnya fungsi kognitif (Rahayu dkk., 2019).

d. Anemia hemolitik

Anemia hemolitik terjadi ketika laju penghancuran sel darah merah berlangsung lebih cepat daripada proses pembentukannya. Dalam kondisi normal, sel darah merah memiliki usia sekitar 120 hari. Namun pada anemia hemolitik, usia eritrosit menjadi jauh lebih singkat sehingga sumsum tulang tidak mampu memproduksi sel darah merah dalam jumlah yang memadai untuk memenuhi kebutuhan tubuh (Rahayu dkk., 2019).

e. Anemia sel sabit

Anemia sel sabit merupakan kelainan genetik yang ditandai dengan eritrosit berbentuk sabit, kaku, dan mudah mengalami hemolisis. Kelainan ini disebabkan oleh adanya hemoglobin abnormal yang mengurangi kemampuan sel darah merah mengangkut oksigen, sehingga bentuk sel menjadi tidak normal. Eritrosit berbentuk sabit cenderung menyumbat pembuluh darah kecil pada berbagai organ seperti limpa, ginjal, otak, dan tulang, yang akhirnya menimbulkan kerusakan jaringan akibat kurangnya suplai oksigen. Sel-sel tersebut juga mudah pecah ketika melewati pembuluh darah, sehingga dapat menyebabkan komplikasi serius hingga membahayakan jiwa (Rahayu dkk., 2019).

f. Anemia aplastik

Anemia aplastik merupakan salah satu bentuk anemia yang tergolong serius karena dapat mengancam keselamatan penderita. Kondisi ini terjadi ketika sumsum tulang sebagai tempat produksi sel darah mengalami gangguan, sehingga menyebabkan penurunan pembentukan seluruh komponen seluler darah, termasuk eritrosit, leukosit, dan trombosit. Anemia aplastik dapat dipicu oleh paparan bahan kimia, obat-obatan tertentu, infeksi virus, maupun penyakit sistemik lainnya (Rahayu dkk., 2019).

3. Dampak anemia pada masyarakat

Anemia merupakan kondisi yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti perdarahan, asupan gizi yang tidak adekuat, serta kekurangan zat besi, asam folat, dan vitamin B12. Kondisi ini dapat menimbulkan gejala berupa lemah, mudah lelah, pusing, dan pucat, terutama pada konjungtiva. Pada individu, anemia tidak hanya menimbulkan keluhan fisik, tetapi juga berdampak terhadap aktivitas sehari-

hari. Individu yang mengalami anemia cenderung mengalami penurunan konsentrasi dan produktivitas, cepat merasa lelah saat beraktivitas, serta memiliki daya tahan tubuh yang lebih rendah sehingga mudah terserang penyakit (Nugraha dan Hadiati, 2025).

Selain itu, anemia pada seorang individu dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan, serta menurunkan kualitas hidup. Pada perempuan, anemia juga berisiko menyebabkan gangguan siklus menstruasi dan dapat meningkatkan risiko masalah kesehatan di masa mendatang. Oleh karena itu, deteksi dini melalui pemeriksaan kadar hemoglobin sangat penting untuk mencegah dampak jangka panjang yang merugikan (Muchtar dkk., 2025).

4. Penyebab terjadinya anemia

Anemia merupakan kondisi ketika kadar hemoglobin (Hb) dalam darah berada di bawah nilai normal sehingga kemampuan darah dalam mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh menjadi berkurang. Pada masyarakat, anemia menjadi masalah gizi yang cukup serius karena berkaitan dengan masa pertumbuhan, perkembangan fisik, serta fungsi reproduksi di masa depan (Yulianti, Aisyah, dan Handayani, 2024).

Salah satu penyebab utama anemia pada masyarakat adalah kurangnya asupan zat besi (Fe) dalam makanan sehari-hari. Zat besi merupakan komponen penting dalam pembentukan hemoglobin. Kekurangan asupan sumber zat besi, baik dari makanan hewani (heme) maupun nabati (non-heme), dapat menghambat proses sintesis hemoglobin sehingga memicu terjadinya anemia. Selain itu, pola makan individu yang tidak seimbang, kebiasaan melewatkan waktu makan, serta

rendahnya konsumsi makanan bergizi turut meningkatkan risiko anemia (Izzara dkk., 2023).

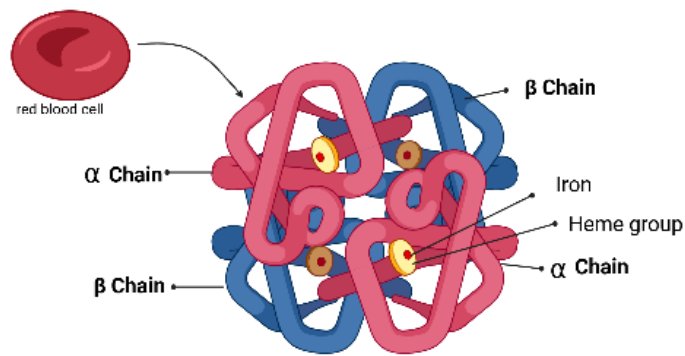
Waktu konsumsi kopi juga berpengaruh terhadap risiko anemia. Individu yang mengonsumsi kopi dalam waktu kurang dari 1–2 jam sebelum atau sesudah makan memiliki risiko lebih tinggi mengalami penurunan kadar hemoglobin dibandingkan mereka yang memberi jeda waktu lebih lama antara makan dan minum kopi. Hal ini menunjukkan bahwa kebiasaan konsumsi kopi dapat menjadi faktor tidak langsung yang berkontribusi terhadap terjadinya anemia (Adiansyah, Muniroh, dan Maharani, 2024).

Dengan demikian, penyebab anemia pada masyarakat tidak hanya dipengaruhi oleh faktor biologis seperti menstruasi (khusus perempuan) dan pertumbuhan, tetapi juga oleh faktor perilaku, seperti pola makan yang kurang bergizi serta kebiasaan konsumsi minuman penghambat penyerapan zat besi seperti kopi (Adiansyah, Muniroh, dan Maharani, 2024; Izzara dkk., 2023).

C. Hemoglobin

1. Definisi hemoglobin

Hemoglobin (Hb) merupakan protein kompleks yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu heme (mengandung unsur besi/Fe) dan globin yang merupakan bagian protein penyusun struktur hemoglobin. Hemoglobin merupakan komponen penting dalam sel darah merah yang berperan utama dalam proses transportasi gas, khususnya dalam mendistribusikan oksigen (O₂) dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh (Saraswati, 2021).



Gambar 2 Struktur Hemoglobin

Sumber: (Mwende, 2025)

Struktur hemoglobin tersusun atas empat rantai polipeptida, di mana setiap rantai mengandung gugus prostetik berupa heme yang memberi warna merah pada darah. Warna merah darah dipengaruhi oleh kadar hemoglobin dan jenis gas yang terikat. Semakin tinggi kadar hemoglobin, maka warna darah tampak semakin merah pekat. Darah yang lebih banyak mengikat oksigen akan tampak berwarna merah terang, sedangkan darah yang lebih banyak mengikat karbon dioksida (CO_2) akan tampak lebih gelap. Proses sintesis hemoglobin sebagian besar terjadi pada tahap eritroblast (sekitar 65%) dan sisanya pada tahap retikulosit (sekitar 35%) (Maulidiyanti, 2025).

2. Fungsi hemoglobin

Hemoglobin merupakan protein yang terdapat di dalam eritrosit yang berperan penting dalam proses pengangkutan gas respirasi, yaitu oksigen dan karbon dioksida antara paru-paru dan jaringan tubuh. Fungsi utama hemoglobin adalah membawa oksigen ke seluruh jaringan tubuh serta mengangkut karbon dioksida dan ion hidrogen dari jaringan perifer menuju organ respirasi untuk dikeluarkan (Atik, Susilowati, dan Kristinawati, 2022).

Pemeriksaan kadar hemoglobin memiliki peran penting dalam bidang klinis, terutama untuk menilai derajat anemia, memantau respons terhadap terapi anemia, serta mengevaluasi perkembangan penyakit yang berkaitan dengan kelainan sel darah merah, termasuk anemia dan polisitemia (Norsiah, 2015; Jacobus, Mantik, dan Umboh, 2016 dikutip dalam Atik, Susilowati, dan Kristinawati, 2022).

3. Nilai normal hemoglobin

Kadar hemoglobin normal bervariasi menurut usia dan jenis kelamin. Nilai normal kadar hemoglobin disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1
Nilai Normal Kadar Hemoglobin

No.	Kelompok Usia	Nilai Normal Kadar Hemoglobin
1.	Anak (5-11 tahun)	< 11,5 g/dL
2.	Anak (12-14 tahun)	< 12,0 g/dL
3.	Perempuan (>15 tahun)	12,0 g/dL – 16 g/dL
4.	Laki-laki (>15 tahun)	13,0 g/dL – 18 g/dL

Sumber: (Saraswati, 2021)

4. Faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin

Kadar hemoglobin dalam darah tidak hanya dipengaruhi oleh asupan zat gizi, tetapi juga oleh berbagai faktor fisiologis, lingkungan, serta kondisi kesehatan individu. Faktor-faktor tersebut berperan penting dalam proses pembentukan, penyimpanan, dan penggunaan hemoglobin di dalam tubuh (Maulidiyanti, 2025).

a. Kecukupan zat besi

Zat besi merupakan mikronutrien esensial yang berperan penting dalam pembentukan hemoglobin. Mineral ini dibutuhkan untuk proses pengangkutan oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh serta berperan sebagai komponen berbagai enzim respirasi, seperti sitokrom oksidase, katalase, dan peroksidase. Zat besi juga terlibat dalam sintesis hemoglobin pada eritrosit dan mioglobin pada sel

otot. Cadangan zat besi disimpan dalam bentuk ferritin di hati dan hemosiderin di limpa serta sumsum tulang. Kekurangan zat besi dapat terjadi akibat asupan yang tidak adekuat, keterbatasan ekonomi, kebiasaan makan yang kurang tepat, maupun kurangnya pengetahuan gizi. Kecukupan zat besi sangat penting untuk pembentukan hemoglobin baru dan pemulihan kadar hemoglobin setelah terjadinya perdarahan.

b. Metabolisme zat besi

Pada orang dewasa sehat, jumlah zat besi dalam tubuh berkisar lebih dari 4 gram. Sebagian besar terdapat dalam hemoglobin eritrosit, sedangkan sisanya terdapat dalam mioglobin, enzim sitokrom, serta disimpan di hati, limpa, dan sumsum tulang. Zat besi dalam tubuh terbagi menjadi zat besi fungsional yang digunakan dalam proses metabolisme dan zat besi cadangan. Proses metabolisme zat besi meliputi absorpsi, transport, pemanfaatan, penyimpanan, dan ekskresi.

c. Siklus menstruasi

Siklus menstruasi dapat memengaruhi kadar hemoglobin pada perempuan karena adanya kehilangan darah setiap bulan yang dapat menurunkan jumlah sel darah merah dan cadangan zat besi. Jika tidak diimbangi dengan asupan zat besi yang cukup, kondisi ini dapat meningkatkan risiko terjadinya anemia.

d. Ketinggian dari permukaan laut

Lingkungan dengan ketinggian tertentu menyebabkan tubuh melakukan adaptasi fisiologis akibat penurunan tekanan parsial oksigen. Kondisi ini dapat memicu peningkatan produksi eritrosit sehingga kadar hemoglobin dan hematokrit meningkat seiring bertambahnya ketinggian wilayah.

e. Pola makan

Pola makan berperan penting dalam memengaruhi kadar hemoglobin, terutama asupan zat besi, asam folat, dan vitamin B12. Pola makan yang kurang seimbang atau rendah konsumsi sumber zat besi dapat menghambat pembentukan hemoglobin sehingga meningkatkan risiko anemia.

f. Status penyakit

Beberapa penyakit kronis dan kondisi peradangan dapat menyebabkan penurunan kadar hemoglobin. Kondisi tersebut antara lain infeksi kronik seperti HIV/AIDS serta kelainan darah seperti hemoglobinopati.

5. Masalah klinis yang berkaitan dengan hemoglobin

Perubahan kadar hemoglobin, baik penurunan maupun peningkatan, dapat terjadi akibat kondisi tertentu dan menjadi indikator penting dalam menilai status kesehatan seseorang. Penurunan kadar hemoglobin dapat menyebabkan anemia, yaitu keadaan saat jumlah eritrosit atau kadar hemoglobin tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan oksigen jaringan tubuh. Tingkat keparahan anemia dapat diklasifikasikan menjadi anemia sangat ringan (hemoglobin sekitar 10 g/dL), ringan (8–9,9 g/dL), sedang (6–7,9 g/dL), dan berat (kurang dari 6 g/dL) (Maulidiyanti, 2025).

Sebaliknya, peningkatan kadar hemoglobin dapat dijumpai pada kondisi dehidrasi (hemokonsentrasi), polisitemia, tinggal di daerah dataran tinggi, penyakit paru obstruktif menahun, gagal jantung kongestif, luka bakar, serta akibat penggunaan obat-obatan tertentu (Maulidiyanti, 2025).

6. Mekanisme pembentukan hemoglobin

Proses pembentukan hemoglobin berlangsung di sumsum tulang bersamaan dengan pembentukan sel darah merah (eritropoiesis). Eritrosit muda dilepaskan ke dalam sirkulasi dalam bentuk retikulosit, kemudian mengalami pematangan selama 24–48 jam hingga menjadi eritrosit matang. Seiring bertambahnya usia, eritrosit mengalami penurunan elastisitas dan akhirnya mengalami penghancuran. Proses fagositosis eritrosit terutama terjadi di limpa, hati, dan sumsum tulang. Hemoglobin kemudian diuraikan menjadi komponen heme dan globin. Komponen globin dipecah menjadi asam amino, sedangkan zat besi dari heme dilepaskan dan diangkut oleh transferrin menuju sumsum tulang untuk digunakan kembali dalam pembentukan eritrosit baru (Wardani, 2021).

7. Pemeriksaan kadar hemoglobin

Pemeriksaan hemoglobin dilakukan untuk menilai kemampuan darah dalam mengangkut oksigen, mengevaluasi struktur dan fungsi eritrosit, memberikan gambaran mengenai gangguan pada sel darah merah, memperkirakan ukuran rata-rata serta kandungan hemoglobin setiap eritrosit, dan mengidentifikasi penyebab umum terjadinya hipoksia jaringan. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk pemeriksaan kadar hemoglobin darah antara lain, sebagai berikut (Maulidiyanti, 2025):

a. Metode *Point of Care Testing* (POCT)

Metode digital atau *Point of Care Testing* (POCT) merupakan metode pemeriksaan hemoglobin yang bekerja berdasarkan perubahan potensial listrik akibat reaksi elektrokimia antara sampel darah dan elektroda pada strip uji. Pemeriksaan hemoglobin menggunakan metode POCT relatif mudah

dioperasikan dan mampu memberikan hasil yang mendekati nilai sebenarnya apabila dibandingkan dengan metode manual, seperti metode Sahli.

Dalam penelitian ini, pengukuran kadar hemoglobin dilakukan menggunakan alat *Easy Touch* Hemoglobin dengan metode POCT. Prinsip pengukuran yang digunakan adalah *amperometric detection*, yaitu pengukuran arus listrik yang dihasilkan dari reaksi kimia pada strip uji, di mana besarnya arus yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi hemoglobin dalam sampel darah.

Metode POCT memiliki beberapa keunggulan, antara lain proses pemeriksaan yang praktis, cepat, dan efisien, serta membutuhkan volume sampel yang relatif kecil sehingga dapat meminimalkan kesalahan pra-analitik. Namun demikian, metode ini memiliki keterbatasan, terutama pada aspek pengendalian mutu (quality control) yang belum optimal, sehingga tingkat akurasi dan presisinya masih lebih rendah dibandingkan dengan pemeriksaan menggunakan hematology analyzer (Sandro, Arif, dan Putri, 2025).

b. Metode otomatis dengan alat *hematology analyzer*

Metode ini merupakan metode pemeriksaan hemoglobin yang telah distandarkan dan tervalidasi, sehingga memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tinggi dengan proses pemeriksaan yang terkontrol oleh sistem alat. Pengukuran hemoglobin dilakukan berdasarkan prinsip fotometri setelah eritrosit mengalami lisis dan hemoglobin diubah menjadi senyawa yang stabil, sehingga hasil yang diperoleh bersifat objektif dan dapat di reproduksi. Metode ini juga mampu memproses banyak sampel dalam waktu singkat, meminimalkan kesalahan akibat subjektivitas pemeriksa, serta dapat memberikan parameter hematologi lain secara simultan. Namun demikian, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, antara

lain biaya pengadaan dan perawatan alat yang relatif tinggi, ketergantungan pada ketersediaan listrik dan kalibrasi rutin, serta potensi kesalahan hasil apabila terjadi gangguan teknis, kualitas reagen yang kurang baik, atau kesalahan dalam penanganan dan persiapan sampel.

c. Metode sahli

Metode ini memiliki keterbatasan akurasi akibat beberapa kelemahan, antara lain pembacaan yang bersifat visual sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan sebesar 15–30%. Selain itu, tidak semua jenis hemoglobin dapat dikonversi menjadi hematin asam, serta warna standar pada alat sulit dikalibrasi. Tingkat kesalahan metode ini dapat mencapai sekitar 10%, dan ketidaktepatan dalam pengisian larutan HCl 0,1 N maupun pemipetan sampel darah turut memengaruhi hasil pemeriksaan.

d. Metode *cyanmethemoglobin*

Metode ini merupakan metode standar dalam pemeriksaan hemoglobin karena memiliki akurasi dan presisi yang tinggi serta mampu mengukur hampir seluruh jenis hemoglobin secara kuantitatif dan objektif. Namun, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain penggunaan reagen Drabkin yang mengandung sianida sehingga bersifat toksik, memerlukan peralatan laboratorium khusus, serta waktu pemeriksaan yang relatif lebih lama sehingga kurang praktis untuk pemeriksaan lapangan atau kondisi darurat.

e. Metode CuSO_4 (*falling drop*)

Metode CuSO_4 digunakan khusus untuk penentuan kadar hemoglobin pada calon donor darah guna keperluan transfusi. Kadar hemoglobin dinyatakan memenuhi

syarat apabila mencapai 80%. Namun, metode ini tidak sesuai untuk pemeriksaan klinis karena tingkat akurasi hasil yang rendah.

D. Hubungan Konsumsi Kopi dengan Kadar Hemoglobin

Konsumsi kopi diketahui memiliki hubungan dengan kadar hemoglobin melalui mekanisme penghambatan penyerapan zat besi di dalam saluran pencernaan. Kopi mengandung senyawa tanin dan polifenol yang dapat membentuk kompleks tidak larut dengan zat besi, terutama zat besi non-heme, sehingga menghambat proses absorpsi zat besi di usus halus (Tunjung dkk., 2022).

Zat besi merupakan komponen penting dalam pembentukan hemoglobin. Apabila penyerapan zat besi terganggu, maka ketersediaan zat besi dalam tubuh akan menurun dan berakibat pada terhambatnya sintesis hemoglobin, sehingga kadar hemoglobin dalam darah dapat mengalami penurunan (Rahayu dkk., 2019).

Konsumsi kopi yang dilakukan bersamaan atau berdekatan dengan waktu makan dapat secara signifikan menurunkan penyerapan zat besi dari makanan. Senyawa polifenol dalam kopi dapat menurunkan bioavailabilitas zat besi hingga lebih dari 50% apabila dikonsumsi dalam waktu yang bersamaan (Adiansyah, Muniroh, dan Maharani, 2024).

Hubungan antara konsumsi kopi dan kadar hemoglobin menjadi lebih bermakna pada masyarakat dengan kebutuhan zat besi yang meningkat. Pada perempuan, risiko penurunan hemoglobin lebih tinggi karena adanya kehilangan darah selama menstruasi. Kebiasaan konsumsi kopi secara rutin dan berlebihan berpotensi meningkatkan risiko terjadinya anemia defisiensi besi (Muchtar dkk., 2025).

E. Dampak Senyawa Aktif Kopi Terhadap Penyerapan Zat Besi

Kafein dan polifenol yang terdapat dalam kopi, terutama tanin dan asam klorogenat, diketahui dapat menghambat proses penyerapan zat besi di dalam saluran pencernaan. Polifenol seperti tanin dan asam klorogenat dapat membentuk ikatan kompleks dengan zat besi, terutama zat besi non-heme, sehingga menurunkan ketersediaan zat besi yang dapat diserap oleh tubuh. Kondisi ini berpotensi menurunkan jumlah sel darah merah serta kadar hematokrit apabila terjadi dalam jangka waktu lama (Tunjung dkk., 2022).

Gangguan penyerapan zat besi akibat konsumsi kopi secara berlebihan dapat berdampak pada penurunan produksi eritrosit, sehingga meningkatkan risiko terjadinya anemia defisiensi besi. Masyarakat yang memiliki kebiasaan mengonsumsi kopi berlebihan cenderung lebih rentan mengalami keluhan seperti kelelahan, lemas, pucat, jantung berdebar, serta penurunan konsentrasi dan produktivitas. Oleh karena itu, pengaturan jumlah dan waktu konsumsi kopi menjadi penting untuk mencegah gangguan status zat besi dalam tubuh (Tunjung dkk., 2022).

Konsumsi kopi sebaiknya tidak dilakukan berdekatan dengan waktu makan, khususnya makanan yang kaya zat besi. Asupan kafein yang dianjurkan adalah sekitar 200 mg per hari atau setara dengan 1–2 cangkir kopi, sehingga risiko gangguan penyerapan zat besi dapat diminimalkan dan mencegah risiko anemia (Tunjung dkk., 2022).