

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

1. Pengertian

Cairan yang ada pada manusia sebagai alat transportasi berfungsi untuk mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme, dan juga sebagai pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri.²³

2. Komposisi darah

Darah tersusun atas dua komponen utama yaitu plasma darah dan sel darah. Serum darah atau plasma terdiri atas :

- a. Air : 91,0%
- b. Protein : 8,0 % (albumin, globulin, protrombin dan fibrinogen)
- c. Mineral : 0,9% (terdiri atas natrium klorida, natrium bikarbonat, garam dari kalsium, fosfor, magnesium, besi , dst).²³

Sisanya diisi oleh sejumlah bahan organik, yaitu : glukosa, lemak, urea, asam urat, kreatinin, kolesterol dan asam amino. Plasma juga berisi : gas (oksigen dan karbondioksida), hormon-hormon, enzim, dan antigen.²⁴

Sel darah terdiri atas 3 jenis :

- a. Eritrosit atau sel darah merah
- b. Leukosit atau sel darah putih
- c. Trombosit atau keping darah.²⁵

3. Eritrosit (sel darah merah)

Dalam 1 mm³ darah terdapat 5 juta sel darah merah, sel darah merah memerlukan protein karena strukturnya terbentuk dari asam amino mereka juga memerlukan zat besi, sehingga untuk membentuk penggantinya

diperlukan diet seimbang yang berisi seimbang. Wanita memerlukan lebih banyak zat besi karena beberapa diantaranya dibuang pada saat menstruasi, hamil diperlukan zat besi dalam jumlah yang lebih banyak lagi untuk perkembangan janin dan pembuatan susu.²³

Sel darah merah dibentuk di dalam sumsum tulang, terutama dari tulang pendek, pipih dan tak beraturan, dari jaringan kanselus pada ujung tulang pipa dan dari sumsum dalam batang iga-iga dan dari sternum.²³

Apabila terjadi perdarahan maka sel darah merah dengan hemoglobinnya sebagai pembawa oksigen, hilang. Pada perdarahan sedang, sel-sel itu diganti dalam waktu beberapa minggu berikutnya. Tetapi bila kadar hemoglobin turun sampai 40% atau di bawahnya, maka diperlukan transfusi darah.²⁶

Hemoglobin yaitu protein akan kaya zat besi. Ia memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen itu membentuk oksihemoglobin di dalam sel darah merah melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan. Ada beberapa fungsi sel darah merah :

- a. Sel-sel darah merah mentranspor oksigen ke seluruh jaringan melalui pengikatan hemoglobin terhadap oksigen.
- b. Hemoglobin sel darah merah berikatan dengan karbon dioksida untuk ditranspor ke paru-paru, tetapi sebagian besar karbon dioksida yang dibawa plasma berada dalam bentuk ion bikarbonat. Suatu enzim (karbonat anhidrase) dalam eritrosit memungkinkan sel darah merah bereaksi dengan karbon dioksida untuk membentuk ion bikarbonat. Ion bikarbonat berdifusi keluar dari sel darah merah dan masuk ke dalam plasma.
- c. Sel darah merah berperan penting dalam pengaturan pH darah karena ion bikarbonat dan hemoglobin merupakan buffer asam basa.²⁶

Komposisi sel darah merah terdiri dari:

- a. Setiap eritrosit mengandung sekitar 300 juta molekul hemoglobin.
- b. Jumlah sel darah merah pada laki laki sehat berukuran rata rata adalah 4,2 sampai 5,5 juta sel permilimeter kubik.
- c. Jumlah sel darah merah pada perempuan sehat berukuran rata rata , jumlah sel darahnya antara 3,2 sampai 5,2 juta sel per milimeter kubik.²⁴

Darah merupakan komponen esensial makhluk hidup yang berada dalam ruang vaskuler, karena peranannya sebagai mediakomunikasi antar sel ke berbagai bagian tubuh. Fungsi darah adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai pengangkut air dan menyebarkannya ke seluruh tubuh.
- b. Sebagai pengangkut oksigen dan menyebarkannya ke seluruh tubuh
- c. Sebagai pengangkut sari makanan dan menyebarkannya ke seluruh tubuh.
- d. Sebagai pengangkut hasil oksidasi untuk dibuang melalui alat ekskresi.
- e. Sebagai pengangkut getah hormon dari kelenjar buntu.
- f. Menjaga temperatur tubuh.
- g. Mencegah infeksi dengan sel darah putih, antibodi dan sel darah beku.
- h. Mengatur keseimbangan asam basa tubuh, dll.
- i. Membantu menutup luka, oleh keping-keping darah.²⁴

4. Leukosit (sel darah putih)

Setiap mm³ darah terdapat 6000-10.000 (rata-rata 8000) sel darah putih, granulosit atau sel polimorfonukleat merupakan hampir 75% dari seluruh jumlah sel darah putih. Mereka terbentuk dalam sumsummerah tulang. Sel ini berisi sebuah nukleus yang berbelah banyak dan protoplasmanya bergulir oleh sebab itu disebut sel bergulir atau granulosit, kekurangan granulosit disebut granulositopenia. Tidak adanya granulosit disebut agranulositosis yang dapat timbul setelah meminum obat tertentu, termasuk jugabeberapa antibiotika.²⁴

Ada 5 jenis leukosit dalam sirkulasi darah :

a. Granulosit yang terdiri dari :

- 1) Neutrofil yang berfungsi untuk menyerang dan menghancurkan bakteri virus dan agen penyebab cedera lainnya.
- 2) Eusinofil berfungsi dalam detoksikasi histamin yang diproduksi sel mast dan jaringan yang cedera saat inflamasi berlangsung.
- 3) Basofil fungsinya menyerupai sel mast yang mengandung histamin mungkin untuk meningkatkan aliran darah ke jaringan yang cedera dan juga antikoagulan heparin, mungkin untuk membantu mencegah penggumpalan darah intravaskuler.
- 4) Agranulosit, leukosit tanpa granula sitoplasma yang terdiri dari :
Limfosit berfungsi dalam reaksi imunologis, monosit berfungsi sebagai histiosit jaringan atau makrofag tetap.²⁴

Fungsi dari sel darah putih:

- a. Mengatasi inflamasi dan imunitas.
- b. Memakan benda asing atau fagositosis.
- c. Limfosit membunuh sel secara langsung atau membentuk limfokin suatu substansi yang memperkuat aktifitas sel fagosit.
- d. Menghasilkan antibody.
- e. Tempat penyimpanan berbagai material biologis kuat seperti histamine, serotomin, dan heparin. Material ini sangat penting dalam suplai daerah ke jaringan.

Komposisi sel darah putih terdiri dari:

Sel darah putih terdiri dari 60% neutrofil, 1-3 % eusinofil, kurang dari 1% basofil, 30% limfosit , 3-8% monosit.²⁵

5. Trombosit (keping darah)

Fungsinya yaitu berkaitan dengan pembekuan darah dan hemostasis (menghentikan pendarahan). Bila pembuluh darah mengalami injuri atau kerusakan maka dapat dihentikan dengan serangkaian proses :

- 1) Permukaannya menjadi lengket, sehingga memungkinkan trombosit saling melekat dan menutupi luka karena ada pembekuan darah.
- 2) Merangsang pengerutan pembuluh darah, sehingga terjadi penyempitan ukuran lubang pembuluh darah.²⁵

6. Penguraian eritrosit

Apabila eritrosit telah berada dalam sistem sirkulasi, maka dalam keadaan normal umurnya rata-rata 120 hari. Eritrosit yang lebih tua menjadi lebih rapuh, jika dinding sel rapuh, maka eritrosit dapat pecah dalam perjalanannya melalui pembuluh darah yang sempit. Sebagian besar eritrosit pecah di dalam limpa karena terjepit sewaktu melewati pulpa merah limpa.²³

Hemoglobin yang terlepas dari eritrosit difagositosis dan dicernakan oleh sel-sel makrofag terutama yang terdapat dalam limpa, hati (sel-sel Kupffer) dan sumsum tulang. Besi (Fe) yang lepas diangkut ke dalam sumsum tulang untuk membentuk eritrosit baru, atau disimpan di hati dan jaringan lain dalam bentuk ferritin. Bagian hem-nya diubah sel-sel retikuloendotelium menjadi bilirubin (pigmen empedu).²⁵

B. Hemoglobin

1. Pengertian

Hemoglobin terdiri dari 2 komponen yaitu *heme* (gabungan dari protoporfirin dengan besi), *globin* (bagian protein terdiri dari 2 rantai alfa dan 2 rantai beta).²³ Hemoglobin adalah suatu senyawa protein dengan Fe yang dinamakan conjugated protein. Sebagai intinya Fe dan dengan rangka protoperphyrin dan globin (tetra phirin) menyebabkan warna darah merah karena Fe ini. Eryt Hb berikatan dengan karbondioksida menjadi karboxyhemoglobin dan warnanya merah tua. Darah arteri mengandung oksigen dan darah vena mengandung karbondioksida.²⁴

Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen itu membentuk oksihemoglobin di dalam sel darah merah dengan melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan.²⁶

Hemoglobin merupakan senyawa pembawa oksigen pada sel darah merah. Hemoglobin dapat diukur secara kimia dan jumlah Hb/100 ml darah dapat digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen pada darah.²⁶

2. Fungsi hemoglobin

a. Mengangkut O₂ dari organ respirasi ke jaringan perifer dengan cara membentuk oksihemoglobin. Oksihemoglobin ini akan beredar secara luas pada seluruh jaringan tubuh. Jika kandungan O₂ di dalam tubuh lebih rendah dari pada jaringan paru-paru, maka ikatan oksihemoglobin akan dibebaskan dan O₂ akan digunakan dalam metabolisme sel.²⁷

b. Mengangkut karbondioksida (CO₂). Hemoglobin yang mengangkut karbondioksida yang disebut dengan karbonminohemoglobin.²⁸

3. Struktur hemoglobin

Pada pusat molekul terdapat cincin heterosiklik yang dikenal dengan porfirin yang menahan satu atom besi, atom besi ini merupakan situs/loka ikatan oksigen. Porfirin yang mengandung besi disebut heme. Nama hemoglobin merupakan gabungan dari heme dan globin.²⁹

Manusia dewasa, hemoglobin berupa tetramer (mengandung 4 subunit protein), yang terdiri dari masing-masing dua subunit alfa dan beta yang terikat secara nonkovalen. Subunit - subunitnya mirip secara struktural dan berukuran hampir sama. Tiap subunit memiliki berat molekul kurang lebih 16,000 Dalton, sehingga berat molekul total tetramernya menjadi sekitar 64,000 Dalton. Tiap subunit hemoglobin mengandung satu heme,

sehingga secara keseluruhan hemoglobin memiliki kapasitas empat molekul oksigen.³⁰

4. Kadar hemoglobin

Kadar hemoglobin adalah jumlah $K_3Fe(CN)_6$ akan diubah menjadi methemoglobin yang kemudian diubah menjadi hemoglobin sianida (HiCN) oleh KCN dengan batas ambang berat bila Hb < 8 gr/dl, anemia ringan jika Hb > 8 – 11 gr/dl dan normal pada ibu hamil Hb > 11 gr/dl. Kadar hemoglobin pada darah dikatakan anemia apabila kadar Hb dasar pada pria <13 gr/%, wanita < 12 gr/% dan pada ibu hamil < 11 gr/%.³¹

Tabel 2.1 Kadar hemoglobin menurut WHO³¹

Kelompok Umur	Batas Nilai Hemoglobin (gr/dl)
Anak 6 bulan – 6 tahun	11,0
Anak 6 tahun -14 tahun	12,0
Pria dewasa	13,0
Ibu hamil	11,0
Wanita dewasa	12,0

Tabel 2.2 kadar hemoglobin menurut Depkes RI³²

Kelompok	Umur	Hb (gr/100ml)
Anak	1. 6 bulan sampai 6 tahun	11
	2. 6-14 tahun	12
Dewasa	Laki-laki	13
	Wanita	12
	Ibu hamil	11

5. Proses penyerapan makanan

Makanan perjalanan ke lambung melalui kerongkongan, makanan tetap berada di dalam perut selama 3-4jam. Perut menghasilkan berbagai cairan pencernaan dan enzim yang dibutuhkan untuk mencerna makanan. Cairan dan enzim tersebut juga berfungsi mencampur makanan dan memperluas otot perut. Campuran ini kemudian diteruskan ke usus, dimana menghabiskan waktu 6 sampai 7 jam, penyerapan nutrisi berlangsung di

usus setelah itu dikirim untuk ekskresi. Fungsi usus besar yaitu menyerap air dari bahan limbah makanan dan mempersiapkannya untuk ekskresi. Makanan yang tercerna berada di dalam usus sampai dikeluarkan. Dengan demikian, semua proses pencernaan selesai dalam waktu 12-24 jam. Rata-rata waktu yang diperlukan adalah 24-72 jam untuk mencerna makanan secara sempurna. Bahkan mungkin beberapa hari sebelum semua makanan dapat dikeluarkan dari tubuh.³⁰

C. Faktor – faktor yang berhubungan kadar hemoglobin

1. Status gizi

a. Pengertian

Konsumsi makanan berpengaruh dalam kadar hemoglobin. Makanan yang masuk ke dalam tubuh akan diproses dan dipecah menjadi zat-zat sesuai yang terkandung dalam makanan tersebut. Makanan yang berpengaruh dalam kadar hemoglobin adalah makanan yang banyak mengandung besi.³³ Konsentrasi hemoglobin secara signifikan lebih tinggi dilaporkan pada manusia yang sering makan daging, sering mengonsumsi buah jeruk, dan sayuran berdaun hijau. Besi yang terkandung dalam makanan akan dimetabolisme tubuh untuk menjadi bahan hemoglobin. Hemoglobin dibentuk dalam sumsum tulang.³⁴

Status gizi adalah perwujudan dari nutrisi dalam bentuk variabel tertentu atau ekspresi dari keseimbangan keadaan keseimbangan dalam bentuk variabel tertentu.³⁵ Status gizi adalah keadaan tubuh sebagai akibat penggunaan zat-zat gizi dan konsumsi makanan.³⁶ Status gizi dibagi 3 kelompok:

1) Gizi baik

Asupan gizi harus seimbang dengan kebutuhan gizi seorang yang bersangkutan.

2) Gizi kurang

Merupakan keadaan tidak sehat (patologis) yang timbul karena tidak cukup makan atau konsumsi energi dan protein kurang selama jangka waktu tertentu.

3) Gizi lebih

Keadaan patologis (tidak sehat) yang disebabkan kebanyakan makan.

Zat gizi adalah unsur yang terdapat dalam makanan dan dapat berpengaruh pada kesehatan. Sedangkan gizi merupakan suatu proses organisme menggunakan makanan yang dikonsumsi secara normal melalui proses digesti, absorpsi, transportasi, penyimpanan, metabolisme dan pengeluaran zat-zat yang tidak digunakan untuk mempertahankan kehidupan, pertumbuhan dan fungsi normal dari organ-organ serta menghasilkan energi.³⁷

Fungsi zat gizi sebagai sumber energi, zat pembangun dan pengatur. Fungsi tersebut berasal dari makanan yang dikonsumsi setiap hari mencakup nasi, ikan, daging, telur, susu, sayuran, buah, gula, margarin dan lain sebagainya. Setiap kelompok gizi memiliki fungsi masing-masing seperti karbohidrat, protein, lemak, mineral, vitamin dan juga air.³⁸

b. Body Masa Index (BMI)

Menurut FAO/WHO/UNU tahun 1985 menyatakan bahwa batasan berat badan normal orang dewasa ditentukan berdasarkan nilai body mass index (BMI). Di Indonesia Body Mass Index diterjemahkan menjadi Indeks Massa Tubuh (IMT). IMT merupakan alat yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan, maka mempertahankan berat badan normal memungkinkan seseorang dapat mencapai usia harapan hidup lebih panjang.³⁸

Rumus perhitungan IMT

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan}^2 \text{ (m)}}$$

Tabel 2.3 Kategori Ambang batas IMT menurut Depkes RI³⁹

Kategorik	Keterangan	IMT
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	< 17,0
	Kekurangan berat badan tingkat rendah	17,0-18,5
Normal		>18,5-25,5
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	25,6-27,0
	Kelebihan berat badan tingkat berat	>27,1

Keterangan:

IMT <18,5 = Kurus

IMT >18,5-25,5 = Normal

IMT >25,6 = Gemuk

2. Olahraga

Olahraga merupakan stressor bagi tubuh. Tubuh dipaksa melakukan aktivitas lebih dari biasanya. Aktivitas yang lebih membutuhkan kumpulan oksigen yang lebih, terutama aktivitas yang menggunakan sistem energi aerobik.⁴⁰ Olahraga secara umum dapat mempengaruhi fungsi system pernafasan, sirkulasi, neuromuscular dan endokrin. Pada sistem sirkulasi salah satu perubahan yang terjadi yaitu perubahan parameter hematologis, perubahan ini diantaranya peningkatan leukosit dan eritrosit.⁴¹ Dalam peningkatan komponen hematologis (eritrosit) yang berkaitan erat dengan peningkatan hemoglobin darah, kadar hemoglobin darah meningkat sebagai mekanisme kompensasi terhadap keadaan kekurangan oksigen disebabkan aktivitas fisik yang meningkat. Daya tahan tubuh akan meningkat apabila

seseorang melakukan olahraga rutin, dengan olahraga secara rutin dapat meningkatkan kadar hemoglobin meningkat.⁴²

Jenis olahraga diantaranya futsal, senam, lari yang merupakan olahraga aerobik yang menggerakkan semua anggota tubuh sehingga dapat terjadi peningkatan aktivitas fisik yang nyata.⁴³ olahraga tersebut merupakan olahraga yang terpopuler di semua kalangan, olahraga secara langsung meningkatkan kemampuan fisik diantaranya pengaturan napas, pengaturan gerak tubuh serta melatih otot-otot pada secara yang dilakukan secara rutin.⁴⁴

Ada dua kategorik dalam aktivitas olahraga:

- a. Kebiasaan olahraga baik 3- 4x/seminggu.
- b. Kebiasaan olahraga buruk 0-2x/seminggu.⁴⁵

3. Umur

Umur merupakan salah satu faktor yang menentukan kadar hemoglobin darah dan kadar hemoglobin pada orang dewasa lebih tinggi dibandingkan anak-anak. Nilai median hemoglobin naik selama 10 tahun pada masa anak-anak, selanjutnya akan meningkat pada masa pubertas.³³ Pada usia remaja tumbuh kembang tubuh berlangsung lambat bahkan akan berhenti menjelang usia 18. Selain itu keterlambatan tumbuh kembang tubuh pada usia sebelumnya akan dikejar pada usia ini. Ini berarti pemenuhan kecukupan gizi sangat penting agar tumbuh kembang tubuh berlangsung dengan sempurna.³³

Taraf gizi seseorang, dimana makin tinggi kebutuhan akan zat besi, misalnya pada masa pertumbuhan, kehamilan dan penderita anemia.

Adapun kategorik umur : (Depkes, 2009)

- a. Masa balita (0 - 5 tahun).
- b. Masa kanak-kanak (5 - 11 tahun).
- c. Masa remaja (12 - 25 tahun).
- d. Masa dewasa (26- 45 tahun).

- e. Masa Lansia (46- 65 tahun).
- f. Masa Manula (65 - sampai atas).⁴⁰

4. Jenis Kelamin

Jenis kelamin adalah faktor yang cukup menentukan kadar hemoglobin darah. Kadar hemoglobin pada perempuan lebih rendah dari pada kadar hemoglobin laki-laki. Beberapa faktor wanita lebih banyak terkena anemia yaitu 1) Pada umumnya masyarakat Indonesia lebih banyak mengonsumsi makanan nabati dibandingkan hewani, sehingga masih banyak yang menderita penyakit anemia; 2) Wanita lebih jarang makan makanan hewani dan sering melakukan diet dengan factor ingin langsing; 3) Mengalami haid setiap bulan, sehingga membutuhkan zat besi 2x lebih banyak daripada pria.⁴⁵ Tidak ada perbedaan yang signifikan antara laki-laki dan perempuan dari konsentrasi hemoglobinya, namun hilangnya besi saat menstruasi rutin dari perempuan yang membuat konsentrasi hemoglobin berkurang.⁴⁰

5. Merokok

Kebiasaan merokok sekarang telah menjalar pada kalangan anak muda. Merokok merupakan kebiasaan buruk karena dapat merusak tubuh. Kandungan yang ada dalam rokok dapat berbahaya bagi tubuh bila masuk ke dalam. Rokok dapat menghasilkan karbon monoksida. Jika masuk ke dalam tubuh maka akan sangat berbahaya. Karbon monoksida akan berikatan dengan hemoglobin, karena hemoglobin mempunyai afinitas (daya ikat) pada karbon monoksida sangat tinggi dan mengalahi oksigen. Hal tersebut dapat menyebabkan hemoglobin tidak dapat mengikat oksigen dan mengantarnya ke organ dan jaringan yang membutuhkan. Akibatnya, jaringan tubuh tidak dapat tercukupi kebutuhan energinya dan tidak dapat melakukan aktivitas dengan baik. Akan tetapi keadaan tersebut tubuh akan mempertinggi konsentrasi hemoglobin untuk memenuhi kebutuhan.⁴⁸

6. Paparan karbonmonoksida

Karbonmonoksida adalah suatu gas yang tak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada suhu di bawah -192°C. Gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dengan udara, berupa gas buangan.⁴⁸

Karbonmonoksida dihasilkan dari pembakaran tak sempurna dari senyawa karbon, yang sering terjadi pada mesin pembakaran dalam. Karbonmonoksida terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam proses pembakaran.⁴⁹ Karbon monoksida pada kasus kematian bersumber dari knalpot kendaraan bermotor, pemanasan tidak sempurna, kebakaran, pembakaran yang tidak sempurna dari bongkahan arang. Kadar CO di perkotaan bervariasi tergantung dari kepadatan kendaraan yang menggunakan bahan bakar bensin pada pagi dan malam hari. Kadar CO dipengaruhi cuaca, bangunan disekitar dan struktur jalan.⁵⁰

Karbonmonoksida dari udara ambient dalam bentuk kadar karboksi hemoglobin (HbCO) dalam darah yang terbentuk dengan waktu 4-12 jam untuk tercapainya keseimbangan antar kadar CO diudara dan HbCO dalam darah. Kadar CO rata-rata 8 jam pemajanan didalam lingkungan.⁵⁰ Karbon Monoksida (CO) pada asap kendaraan merupakan sumber utama polusi karbon monoksida di perkotaan. Pembakaran menggunakan bahan bakar dengan menggunakan minyak tanah, kayu, arang, dan gas dapat menghasilkan karbon monoksida. Pada daerah yang macet tingkat pencemarannya cukup tinggi terhadap kasus kematian.⁵¹

a. Dampak karbon monoksida

1) Dampak positif

Karbon monoksida adalah gas industri utama yang memiliki banyak kegunaan dalam produksi bahan kimia pukal (*bulk chemical*). Sejumlah aldehida dengan hasil volume yang tinggi dapat diproduksi dengan reaksi hidroformilasi dari alkena, CO, dan

H₂. Karbon monoksida merupakan komponen dasar dari syngas yang sering digunakan untuk tenaga industri. Karbon monoksida juga digunakan pada proses pemurnian nikel.⁵¹

2) Dampak negatif

Karbon monoksida juga berdampak bagi makhluk hidup dan lingkungannya:

a) Kesehatan manusia

Gas karbon monoksida (CO) yang masuk dalam sistem peredaran darah akan menggantikan posisi oksigen dalam berikatan dengan hemoglobin (Hb) dalam darah. Gas CO akhirnya mudah masuk ke dalam jantung, otak dan organ vital penunjang kehidupan manusia lainnya. Gas bersifat sangat beracun bagi tubuh manusia, sehingga akibatnya bisa fatal. Ikatan CO dan Hb dalam darah akan membentuk karboksi hemoglobin.⁵²

Apabila seseorang mengalami paparan CO 1.000 ppm selama beberapa menit akan menimbulkan kejenuhan karboksi haemoglobin. Orang tersebut akan bekurang kesadarannya atau pingsan. Sedangkan jika ditambah beberapa menit lagi maka dapat mengakibatkan kematian.⁵²

Pengaruh karbonmonoksida (CO) terhadap tubuh manusia ternyata tidak sama untuk manusia satu dengan yang lainnya. Daya tahan tubuh manusia ikut menentukan toleransi tubuh terhadap pengaruh adanya karbonmonoksida. Para olahragawan pada umumnya mempunyai toleransi yang tinggi terhadap racun gas karbonmonoksida. Orang yang menderita kekurangan darah (anemia) dan anak-anak akan mudah keracunan gas monoksida.⁵³

Keracunan gas monoksida dapat ditandai dari keadaan yang ringan, berupa pusing, sakit kepala, dan mual. Keadaan yang lebih berat dapat berupa menurunnya kemampuan gerak tubuh, gangguan pada sistem kardiovaskular, serangan jantung, sampai pada kematian.⁵⁴

b) Ekosistem dan Lingkungan

Di udara karbon monoksida (CO) terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit, hanya sekitar 0,1 ppm. Di perkotaan dengan lalu lintas yang padat konsentrasi gas CO antara 10-15 ppm dan dapat diketahui gas karbon monoksida (CO) dalam jumlah banyak atau konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan pada ekosistem dan lingkungan.⁵⁵

c) Hewan

Pada hewan kadar karbon monoksida melebihi baku mutu akan menyebabkan kematian. Pada dasarnya sama dengan dampak karbon monoksida pada manusia.⁵⁵

d) Tumbuhan

Kadar karbon monoksida pada tumbuhan dengan kadar 100ppm pengaruhnya tidak ada untuk tumbuhan yang tinggi. Kadar karbon monoksida 200ppm dengan waktu kontak 24 jam dapat mempengaruhi kemampuan unsur nitrogen dari atmosfer diubah menjadi ammonium (fiksasi nitrogen) oleh bakteri bebas, terutama yang terdapat pada akar tumbuhan.⁵⁵

e) Material

Dampak pencemaran udara oleh karbon monoksida pada material adalah menghitamkan benda-benda pada daerah yang tercemar oleh karbon monoksida.⁵⁵

Afinitas hemoglobin untuk O₂ lebih rendah dari afinitasnya terhadap karbonmonoksida, sehingga CO dapat menggantikan O₂

pada hemoglobin dan menurunkan kapasitas darah sebagai pengangkut oksigen.⁵⁶

b. Proses Masuknya Gas CO pada Manusia

Apabila CO di udara dihirup oleh paru-paru maka oksigen (yang mutlak dibutuhkan tubuh) akan kalah bersaing dengan CO lebih cepat terikat oleh hemoglobin dibanding oksigen dan membentuk senyawa karboksihemoglobin.⁵⁷



Reaksi di atas dapat di balik (reversibel), dan CO masih dapat terlepas lagi, sehingga hemoglobin masih mungkin mengikat lagi oksigen yang diperlukan. Akan tetapi ternyata afinitas Hb terhadap CO lebih besar dari pada terhadap oksigen, sekitar 250 kali lipat. Hal ini mengakibatkan CO sukar terlepas dari Hb. Akibatnya fungsi Hb sebagai pembawa oksigen tidak berjalan lancar, dan seolah-olah tubuh kekurangan oksigen yang bisa menyebabkan kematian. Pergeseran reaksi kesetimbangan ke sebelah kiri (pelepasan Hb oleh CO) dapat dipercepat jika udara yang dihisap mengandung kadar oksigen tinggi, sehingga banyak terbentuk lagi oksihemoglobin (HbO₂) yang diperlukan oleh jaringan tubuh untuk pembakaran. Sebaliknya jika kadar oksigen rendah, seperti di tempat yang tinggi dapat menguatkan efek racun CO.⁵⁸

Menurut standar kriteria, yang menyebabkan bahaya dari keadaan HbCO adalah sebagai berikut:⁵⁸

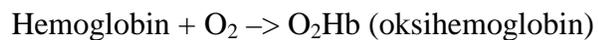
- 1) Jika HbCO terdapat 2% - 5% akan mempengaruhi sistem saraf sentral
- 2) Jika HbCO terdapat 5% mempengaruhi kesehatan jantung, dan apabila dalam pengukuran tepat:
 - a) CO 15ppm selama 8jam akan menyebabkan terbentuknya 2% HbCO, keadaan ini sudah kurang baik.

- b) CO 30ppm selama 8jam akan menyebabkan terbentuknya 4% HbCO, keadaan ini menyebabkan kita prihatin.
- c) CO 40ppm selama 8jam menyebabkan terbentuknya 5% HbCO, dan keadaan ini sudah berbahaya.

Keracunan CO di sini tidak menyebabkan jaringan tubuh rusak, melainkan terjadinya gangguan terhadap fungsi dan pekerjaan utama hemoglobin.⁵⁹

Karbonmonoksida merupakan pencemar yang berbahaya karena bersifat sangat toksik bagi hewan dan manusia. Sifat racun ini timbul karena daya ikatnya yang kuat terhadap hemoglobin (Hb) di dalam darah merah. Hb pada darah berfungsi mengangkut oksigen (O₂) dan karbon dioksida (CO₂). Keberadaan CO di dalam darah dapat menghalangi pengikatan Hb terhadap oksigen dan karbon dioksida, karena CO mempunyai daya ikat 200 kali lebih kuat dibanding CO₂ dan O₂. Jika karbon monoksida terdapat dalam darah, maka pengangkutan oksigen dan karbon dioksida menjadi terhambat. Akibatnya, sel-sel tubuh akan kekurangan oksigen dan karbon dioksida akan terkumpul dalam darah.⁵⁶

Karbonmonoksida (CO) apabila terhisap ke dalam paru-paru akan ikut peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen yang akan dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena gas CO bersifat racun metabolisme, ikut bereaksi secara metabolisme dengan darah. Seperti halnya oksigen, gas CO bereaksi dengan darah (hemoglobin):



Konsentrasi gas CO sampai dengan 100 ppm masih dianggap aman kalau waktu kontak hanya sebentar. Gas CO sebanyak 30 ppm apabila dihisap manusia selama 8 jam akan menimbulkan rasa pusing dan mual. Pengaruh karbon monoksida (CO) terhadap tubuh manusia ternyata tidak sama dengan manusia yang satu dengan yang lainnya.⁵⁸

Kadar CO yang tinggi dapat menyebabkan perubahan tekanan darah, meningkatkan denyut jantung, ritme jantung menjadi abnormal, gagal jantung dan kerusakan pembuluh darah perifer. Dampak keracunan gas CO sangat berbahaya bagi orang yang telah menderita gangguan pada otot jantung atau sirkulasi darah perifer yang parah.⁵⁹

Manusia dengan aktivitas yang tinggi disekitar tempat kendaraan yang padat merupakan kelompok yang paling beresiko mengalami gangguan kesehatan akibat gas CO.⁵⁹

Sedangkan yang beresiko dari hasil sampingan kegiatan manusia antara lain para pekerja bengkel kendaraan, industri logam, industri kimia dan industri bahan bakar, pedagang kaki lima. Dampak gangguan kesehatan terhadap manusia tergantung ketahanan fisik manusia, namun yang paling sering yaitu memperparah penderita gangguan jantung dan paru-paru, kelahiran premature dan berat badan bayi dibawah normal bahkan kematian akibat keracunan gas CO bisa terjadi.⁵⁷

Tabel 2.4 Efek paparan gas CO⁶⁰

CO (ppm)	COHb (%)	Tanda dan gejala
10	2	Tidak ada gejala
70	10	Tidak ada efek yang berarti, kecuali sesak napas saat aktivitas kuat, tidak nyaman di dahi, pelebaran pembuluh darah kulit.
120	20	Sesak napas saat aktivitas sedang sakit kepala sekali dengan denyutan di pelipis.
220	30	Sakit kepala, mudah marah, mudah lelah, keremangan penglihatan.
350-520	40-50	Sakit kepala, kebingungan, kolaps, pingsan.
800-1220	60-70	Tidak sadar, kejang intermiten, gagal napas, kematian jika paparan terus menerus.
1950	80	Fatal

Tabel 2.5 Pengaruh konsentrasi CO di udara dan pengaruhnya pada tubuh bila kontak terjadi pada waktu yang lama.⁶⁰

Konsentrasi CO di udara (ppm)	Konsentrasi COHb dalam darah (%)	Gangguan pada tubuh
3	0,98	Tidak ada
5	1,3	Belum begitu terasa
10	2,1	Sistem syaraf sentral
20	3,7	Panca indra
40	6,9	Fungsi jantung
60	10,1	Sakit kepala
80	13,3	Sulit bernapas
100	16,5	Pingsan – kematian

c. **Indek dan ambang batas**

Nilai ambang batas adalah konsentrasi dari zat uap, atau gas dalam udara yang dihirup selama 8 jam per hari dan 40 jam selama satu minggu, tanpa menimbulkan gangguan kesehatan yang sangat penting.

Berdasarkan PER.13/MEN/X/2011 tentang faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.6 Baku mutu faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja⁶⁰

No.	Parameter	NAB (ppm)
1	Karbon dioksida	5000
2	Karbon disulfide	10
3	Karbon monoksida	25
4	Nitrit oksida	25
5	Gasolin	300

Tabel 2.7 Kategorik terpapar karbonmonoksida⁶¹

Kategori	Rentang	Karbon Monoksida (CO)
Baik	0-50	Tidak ada efek
Sedang	51-100	Perubahan kimia darah tapi tidak terdeteksi
Tidak sehat	101-199	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung
Sangat tidak sehat	200-299	Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit jantung, dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata.
Berbahaya	500-lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar

Tabel 2.8 Indeks standar pencemar udara⁶¹

Indeks Standar Pencemar Udara	24jam PM 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24jam SO2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8jam CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1jam O3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1jam NO2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
10	50	80	5	120	2
100	150	365	10	235	2
200	350	800	17	400	1130
300	420	1600	34	800	2260
400	500	2100	46	1000	3000
500	600	2620	57,5	1200	3750

Tabel 2.9 Baku Mutu Udara Ambien Provinsi Jawa Tengah⁶²

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
CO(Karbon Monoksida)	1jam, 24jam	15.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 30.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NDIR	NDIR Analysaar

d. Berdasarkan waktu lama paparan karbonmonoksida di udara :

1) Lama kerja

a) Pengertian

Lama bekerja adalah suatu kurun waktu atau lamanya tenaga kerja itu bekerja di suatu tempat. Lama bekerja adalah lama waktu untuk melakukan suatu kegiatan atau lama waktu seseorang sudah bekerja.⁶³

Lama kerja dapat menggambarkan pengalaman seseorang dalam menguasai bidang tugasnya. Pada umumnya, petugas dengan pengalaman kerja yang banyak tidak memerlukan bimbingan dibandingkan dengan petugas yang pengalaman kerjanya sedikit. Semakin lama seseorang bekerja pada suatu organisasi maka akan semakin berpengalaman orang tersebut sehingga kecakapan kerjanya semakin baik.⁶³

b) Batasan waktu jam kerja

Tabel 2.10 Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2014⁶³

Waktu (jam)	Waktu (1 minggu)
7 jam (40 jam) kerja dalam 1 minggu	6 hari kerja dalam 1 minggu
8 jam (40 jam) kerja dalam 1 minggu	5hari kerja dalam 1 minggu

Pemaparan CO yang diperbolehkan oleh Occupational Safety and Health Administration (OSHA) adalah 35 ppm untuk waktu 8 jam/hari kerja. Kadar yang dianggap langsung berbahaya terhadap kehidupan atau kesehatan adalah 1500 ppm (0,15%). Paparan dari 1000 ppm (0,1%) selama beberapa menit dapat menyebabkan 50% kejenuhan dari karboksihemoglobin (COHb) dan dapat berakibat kematian.⁶⁴

2) Masa kerja

Masa kerja adalah rentang waktu yang telah ditempuh oleh masyarakat dalam melaksanakan tugasnya, selama waktu itulah banyak pengalaman dan pelajaran yang dijumpai.⁵⁸ Sedangkan lama paparan adalah lamanya pekerja bekerja di tempat kerja (tahun) dihitung mulai pekerja masuk bekerja di proses press-packing sampai dengan saat ini.¹² Masa kerja adalah jangka waktu orang sudah bekerja dari pertama mulai masuk hingga sekarang masih bekerja. Masa kerja dapat diartikan sebagai sepenggal waktu yang agak lama dimana seseorang tenaga kerja masuk dalam satu wilayah tempat usaha sampai batas waktu tertentu.¹²

Massa kerja dikategorikan menjadi dua, diantaranya:⁵⁵

- 1) Massa kerja kategori baru 3 tahun
- 2) Massa kerja kategori lama > 3 tahun

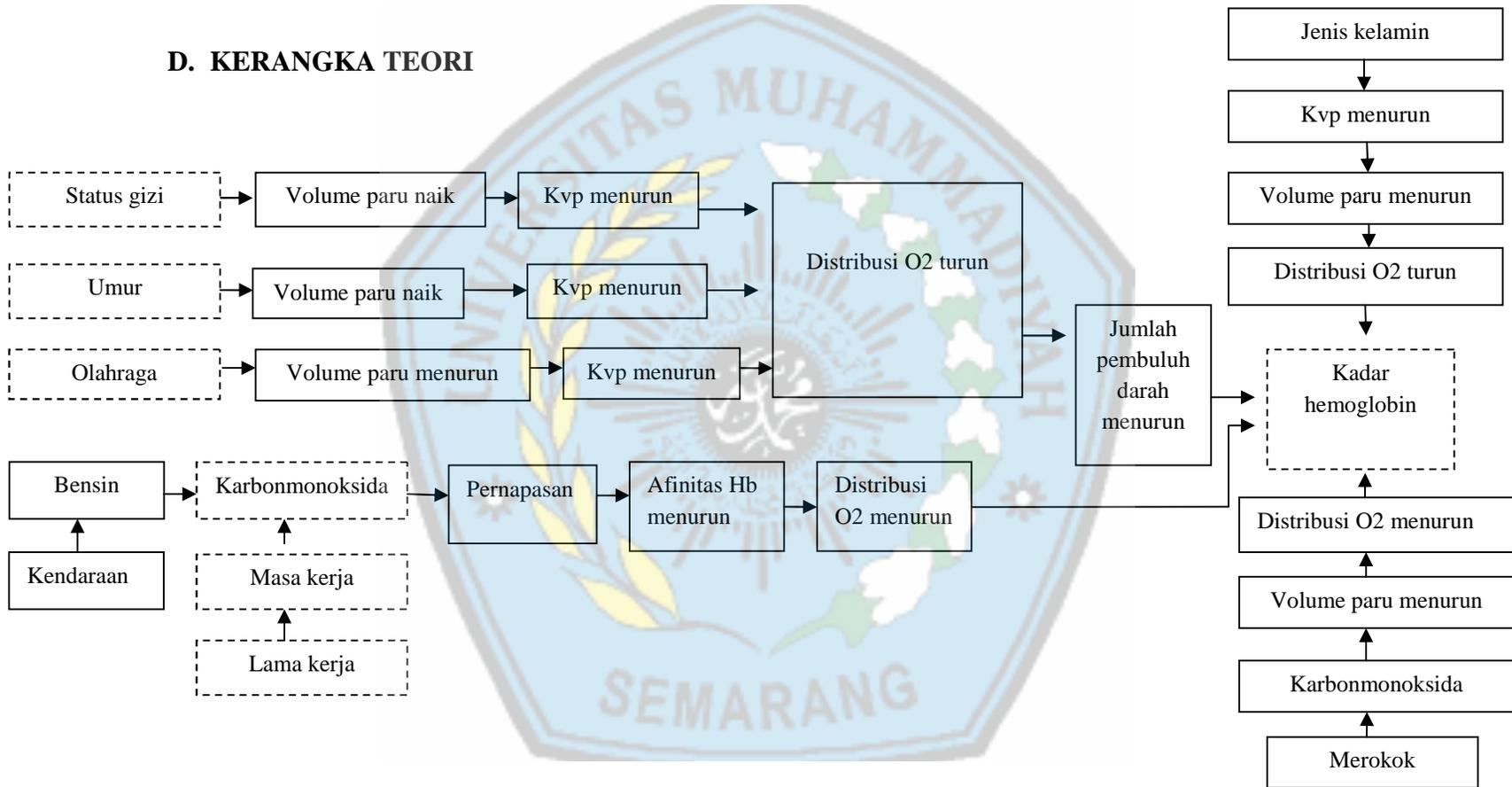
Menurut RE, Hyatt. PD Scanl setiap kegiatan industri selalu menggunakan teknologi, baik teknologi canggih ataupun teknologi sederhana dan efek samping penggunaan teknologi dapat mengganggu tatanan kehidupan dan lingkungan hidup, khususnya penggunaan teknologi yang dapat berdampak negatif bagi tenaga kerja. Pekerja yang berada pada lingkungan kerja dengan pencemaran udara tinggi dalam waktu lama memiliki risiko tinggi terkena gangguan nafas.⁶⁴ Masa kerja mempunyai kecenderungan sebagai faktor risiko terjadinya kadar hemoglobin pada pekerja lebih dari 3 tahun.⁶⁴

Masa kerja dapat berpengaruh positif maupun negatif. Adapun mempunyai hal positif adalah seorang pedagang kaki lima akan semakin profesional dalam menjajakan dagangannya, sedangkan berpengaruh negatif bagi seorang pedagang kaki lima adalah akan semakin banyak menghirup udara yang tercemar

(Karbonmonoksida) sehingga dapat mengganggu kesehatan yaitu menurunkan kadar hemoglobin.⁶⁴



D. KERANGKA TEORI



Keterangan :



: Variabel diteliti

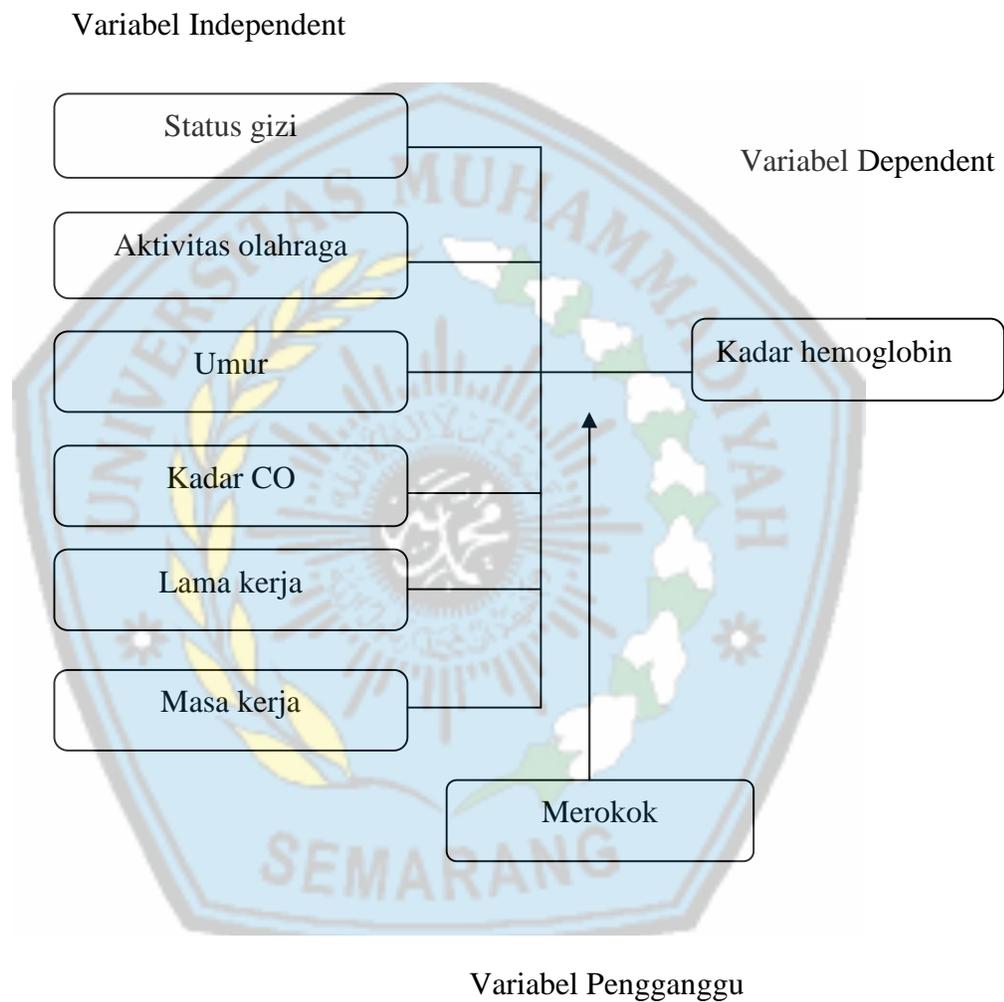


: Variabel tidak diteliti

Gambar 2. 1 Kerangka teori



E. KERANGKA KONSEP



Gambar 2.2 Kerangka konsep

Keterangan :

* : Variabel pengganggu (Dikendalikan)

F. HIPOTESIS

1. Ada hubungan status gizi dengan kadar hemoglobin pada pedagang di Terminal Mangkang Semarang dan Terminal Penggaron Semarang.
2. Ada hubungan aktivitas olahraga dengan kadar hemoglobin pada pedagang di Terminal Mangkang Semarang dan Terminal Penggaron Semarang.
3. Ada hubungan umur dengan kadar hemoglobin pada pedagang kaki lima di Terminal Mangkang Semarang dan Terminal Penggaron Semarang.
4. Ada hubungan kadar CO dengan kadar hemoglobin pada pedagang di Terminal Mangkang Semarang dan Terminal Penggaron Semarang.
5. Ada hubungan lama kerja dengan kadar hemoglobin pada pedagang di Terminal Mangkang Semarang dan Terminal Penggaron Semarang.
6. Ada hubungan masa kerja dengan kadar hemoglobin pada pedagang kaki lima di Terminal Mangkang Semarang dan Terminal Penggaron Semarang.

