

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Pencemaran

2.1.1 Pengertian Pencemaran

Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi lingkungan yang telah berubah dari bentuk asal ke keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini terjadi akibat masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan. Umumnya mempunyai sifat racun atau toksik dan berbahaya bagi organisme (Palar, 1994).

Pencemaran menurut SK Menteri Kependudukan Lingkungan Hidup No 02/MENKLH/1988, adalah masuknya suatu zat atau energi ke dalam air/udara, atau berubahnya tatanan (komposisi) air/udara oleh kegiatan manusia dan proses alam. Sehingga kualitas air/udara menjadi berkurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai fungsinya. Pencemaran adalah salah satu bentuk kerusakan di alam semesta yang salah satunya disebabkan oleh perbuatan manusia.

Polusi yang sering dijumpai adalah polusi udara, pencemaran udara atau polusi udara disebabkan karena adanya bahan-bahan polutan di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan atau komposisi udara dari keadaan normalnya, sehingga bersifat racun atau toksik yang berbahaya bagi organisme (Wardhana, 2004). Begitu banyak perbuatan manusia yang mengakibatkan polusi udara. Kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemaran udara di perkotaan. Gas beracun yang dimuntahkan dari jutaan knalpot setiap harinya

menimbulkan pencemaran udara melebihi industri dan rumah tangga, meskipun hal ini sudah diketahui kendaraan bermotor tetap makin menjamur disegala tempat terutama diperkotakan, dan semakin lama semakin menggrogoti kemurnian udara. Padahal selain dihirup manusia udara juga berfungsi sebagai pelindung utama kehidupan di bumi karena dapat menyerap radiasi elektromagnetik dari sinar matahari dan sinar kosmik dari angkasa luar. Atmosfer penting dalam menjaga keseimbangan panas di bumi dengan kemampuannya untuk menyerap radiasi infra merah yang datang dari matahari. Atmosfer juga melakukan stabilisasi suhu dipermukaan bumi, merupakan media penerima dan perjalanan gas-gas buang/ bahan pencemar.

Pembangunan fisik kota, pusat-pusat industry, dan disertai dengan melonjaknya penggunaan kendaraan bermotor menyebabkan perubahan lingkungan terutama adalah udara. Kualitas udara akan berdampak terhadap kesehatan organisme kualitas udara yang buruk akan menyebabkan gangguan pernafasan, iritasi pada mata dan telinga serta timbulnya penyakit tertentu (Soedomo, 2011).

Polusi udara telah berlangsung lama sejak ditemukannya mesin penggerak yang mempergunakan bahan pembakar, seperti kayu, dan batubara pada abad ke-19 dan disusul dengan penggunaan BBM. Menurut Wardhana (2004), dari beberapa macam komponen pencemar udara, komponen-komponen yang paling banyak berpengaruh antara lain : Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x), Belerang Oksida (SO_x), Hidro Karbon (HC), dan Partikel. Komponen

pencemar udara tersebut dapat mencemari udara secara sendiri-sendiri ataupun secara bersama-sama.

2.1.2 Jenis-jenis Pencemaran Udara

Menurut Pohan (2002), pencemaran udara dapat dibagi menjadi dua macam, yakni :

1. Pencemaran Udara Alami

Adalah : Masuknya zat pencemar ke dalam udara / atmosfer, akibat proses-proses alam seperti asap kebakaran hutan, debu gunung berapi, pancaran garam dari laut, debu meteoroid dan sebagainya.

2. Pencemaran Udara Non- Alami

Adalah : Masuknya zat pencemar oleh aktivitas manusia, yang pada umumnya tanpa disadari dan merupakan produk sampingan, berupa gas-gas beracun, asap, partikel-partikel halus, senyawa belerang, senyawa kimia, buangan panas dan buangan nuklir.

2.1.3 Penyebab Pencemaran Udara

Perkembangan yang berkembang pesat dewasa ini, khususnya dalam industri dan teknologi, serta meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil (minyak) menyebabkan udara yang kita hirup disekitar kita menjadi tercemar oleh gas-gas buangan hasil pembakaran.

Secara umum penyebab pencemaran udara ada 2 macam, yakni :

a. karena faktor internal (secara alamiah), contoh :

1. Debu yang berterbangan akibat tiupan angin.

2. Abu (debu) yang dikeluarkan dari letusan gunung berapi berikut gas-gas vulkanik.

3. Proses pembusukan sampah organik, dll.

b. karena faktor eksternal (karena ulah manusia), contoh :

1. hasil pembakaran bahan bakar fosil.
2. debu / serbuk dari kegiatan industri.
3. pembakaran zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara.

Udara merupakan hal utama dalam kehidupan. Tanpa udara manusia tidak akan mampu hidup di bumi ini. Udara bersih adalah syarat utama dalam kesehatan, akan tetapi udara yang kita hirup terutama didaerah perkotaan sudah mulai tercemar. Pabrik, industry, kendaraan bermotor memiliki peran andil tertinggi dalam mencemari udara yang kita hirup di alam, Udara yang tercemar dapat merusak lingkungan dan kehidupan manusia yang mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan.

Secara alamiah, udara/ atmosfer mempunyai kemampuan mengatur dan mengendalikan diri terhadap masuknya setiap zat pencemar ke dalamnya. Karena secara alami udara/atmosfer mempunyai keterbatasan dalam menerima pencemaran udara, maka kelebihan zat pencemar memungkinkan terjadinya dampak negatif terhadap kualitas dan karakteristik udara/ atmosfer. Selanjutnya akan merubah tingkah laku udara/atmosfer yang memungkinkan terjadinya perubahan iklim local maupun global.

2.1.4 Zat-zat Pencemar Udara

Menurut Pohan (2002), udara daerah perkotaan industry, umumnya relatif sudah tidak bersih lagi. Udara di daerah industri ini lebih sering terkena bermacam-macam pencemar dari pada daerah pedesaan. Dari beberapa macam komponen pencemar udara, maka yang paling banyak berpengaruh dalam pencemaran udara adalah Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x), Belerang Oksida (SO_x) dan Partikulat.

a. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida atau CO adalah suatu gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada suhu dibawah -129⁰C dan berbentuk gas diatas pada suhu -129⁰C. Gas CO merupakan hasil dari pembakaran yang tidak sempurna, berupa gas buangan. Gas CO dapat dihasilkan oleh kendaraan bermotor dan dapat pula terbentuk dari proses industri. Secara alamiah gas CO juga dapat terbentuk, walaupun jumlahnya relatif sedikit, seperti gas hasil kegiatan gunung berapi, proses biologi dan lain-lain.

Secara umum terbentuk gas CO adalah melalui proses berikut ini (Pohan, 2002):

1. Pembakaran bahan bakar fosil.
2. Pada suhu tinggi terjadi reaksi antara karbondioksida (CO₂) dengan karbon C yang menghasilkan gas CO.
3. Pada suhu tinggi, CO₂ dapat terurai kembali menjadi CO dan oksigen.

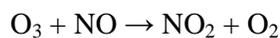
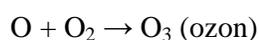
Penyebaran gas CO di udara tergantung pada keadaan lingkungan. Untuk daerah perkotaan yang banyak kegiatan industrinya dan lalu lintasnya padat,

udaranya sudah banyak tercemar oleh gas CO. Sedangkan daerah pinggiran kota atau desa, pencemaran CO diudara relatif sedikit. Ternyata tanah yang masih terbuka dimana belum ada bangunan diatasnya, dapat membantu penyerapan gas CO. Hal ini disebabkan mikroorganisme yang ada di dalam tanah mampu menyerap gas CO yang terdapat di udara. Angin dapat mengurangi konsentrasi gas CO pada suatu tempat karena perpindahan ke tempat lain.

b. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen oksida sering disebut dengan NO_x karena oksida nitrogen mempunyai 2 bentuk yang sifatnya berbeda, yakni gas NO₂ dan gas NO_x. Sifat gas NO₂ adalah berwarna merah kecoklatan dan berbau tajam menyengat hidung, sedangkan gas NO_x tidak berwarna dan tidak berbau.

Kadar NO_x diudara daerah perkotaan yang berpenduduk padat akan lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan yang berpenduduk sedikit. Hal ini disebabkan karena berbagai macam kegiatan yang menunjang kehidupan manusia akan menambah kadar NO_x di udara, seperti transportasi, generator pembangkit listrik, pembuangan sampah dan lain-lain. Pencemaran gas NO_x diudara terutama berasal dari gas buangan hasil pembakaran yang keluar dari generator pembangkit listrik stasioner atau mesin-mesin yang menggunakan bahan bakar gas alami. Keberadaan NO_x diudara dapat dipengaruhi oleh sinar matahari yang mengikuti daur reaksi fotolitik NO₂ sebagai berikut :



c. SO_x (Sulfur Oxide : SO₂, SO₃)

Gas belerang oksida atau sering ditulis dengan SO_x terdiri atas gas SO₂ dan gas SO₃ yang keduanya mempunyai sifat berbeda. Gas SO₂ berbau tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas SO₃ bersifat sangat reaktif. Gas SO₃ mudah bereaksi dengan uap air yang ada diudara untuk membentuk asam sulfat atau H₂SO₄. Asam sulfat ini sangat reaktif, mudah bereaksi (memakan) benda-benda lain yang mengakibatkan kerusakan, seperti proses perkaratan (korosi) dan proses kimiawi lainnya.

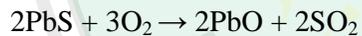
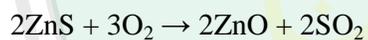
Konsentrasi gas SO₂ diudara akan mulai terdeteksi oleh indera manusia (tercium baunya) manakala konsentrasinya berkisar antara 0,3–1 ppm. Jadi dalam hal ini yang dominan adalah gas SO₂. Namun demikian gas tersebut akan bertemu dengan oksigen yang ada diudara dan kemudian membentuk gas SO₃ melalui reaksi berikut :



Pemakaian batubara sebagai bahan bakar pada beberapa kegiatan industri seperti yang terjadi di negara Eropa Barat dan Amerika, menyebabkan kadar gas SO_x diudara meningkat. Reaksi antara gas SO_x dengan uap air yang terdapat diudara akan membentuk asam sulfat maupun asam sulfit. Apabila asam sulfat dan asam sulfit turun ke bumi bersama-sama dengan jatuhnya hujan, terjadilah apa yang dikenal dengan acid rain atau hujan asam. Hujan asam sangat merugikan karena dapat merusak tanaman maupun kesuburan tanah. Pada beberapa negara industri, hujan asam sudah menjadi persoalan yang sangat serius karena sifatnya

yang merusak. Hutan yang gundul akibat jatuhnya hujan asam akan mengakibatkan lingkungan semakin parah.

Pencemaran SO_x di udara terutama berasal dari pemakaian batu bara yang digunakan pada kegiatan industri, transportasi, dan lain sebagainya. Belerang dalam batu bara berupa mineral besi peritis atau FeS₂ dan dapat pula berbentuk mineral logam sulfida lainnya seperti PbS, HgS, ZnS, CuFeS₂ dan Cu₂S. Dalam proses industri besi dan baja (tanur logam) banyak dihasilkan SO_x karena mineral-mineral logam banyak terikat dalam bentuk sulfida. Pada proses peleburan sulfida logam diubah menjadi oksida logam (proses ini juga sekaligus menghilangkan belerang dari kandungan logam karena belerang merupakan pengotor logam). Pada suhu tinggi sulfida logam mudah dioksidasi menjadi oksida logam melalui reaksi berikut :



Selain tergantung dari pemecahan batu bara yang dipakai sebagai bahan bakar, penyebaran gas SO_x, ke lingkungan juga tergantung dari keadaan meteorologi dan geografi setempat. Kelembaban udara juga mempengaruhi kecepatan perubahan SO_x menjadi asam sulfat maupun asam sulfit yang akan berkumpul bersama awan yang akhirnya akan jatuh sebagai hujan asam. Hujan asam inilah yang menyebabkan kerusakan hutan di Eropa (terutama di Jerman) karena banyak industri peleburan besi dan baja yang melibatkan pemakaian batu bara maupun minyak bumi di negeri itu.

d. Emisi Hidrokarbon (HC)

Pada mesin, emisi Hidrokarbon (HC) terbentuk dari bermacam-macam sumber. Tidak terbakarnya bahan bakar secara sempurna, tidak terbakarnya minyak pelumas silinder adalah salah satu penyebab munculnya emisi HC. Emisi HC pada bahan bakar HFO yang biasa digunakan pada mesin-mesin diesel besar akan lebih sedikit jika dibandingkan dengan mesin diesel yang berbahan bakar Diesel Oil (DO). Emisi HC ini berbentuk gas metan (CH_4). Jenis emisi ini dapat menyebabkan leukemia dan kanker.

e. Partikulat Matter (PM)

Partikel debu dalam emisi gas buang terdiri dari bermacam-macam komponen. Bukan hanya berbentuk padatan tapi juga berbentuk cairan yang mengendap dalam partikel debu. Pada proses pembakaran debu terbentuk dari pemecahan unsur hidrokarbon dan proses oksidasi setelahnya. Dalam debu tersebut terkandung debu sendiri dan beberapa kandungan metal oksida. Dalam proses ekspansi selanjutnya di atmosfer, kandungan metal dan debu tersebut membentuk partikulat. Beberapa unsur kandungan partikulat adalah karbon, SOF (*Soluble Organic Fraction*), debu, SO_4 dan H_2O . Sebagian benda partikulat keluar dari cerobong pabrik sebagai asap hitam tebal, tetapi yang paling berbahaya adalah butiran-butiran halus sehingga dapat menembus bagian terdalam paru-paru. Diketahui juga bahwa di beberapa kota besar di dunia perubahan menjadi partikel sulfat di atmosfer banyak disebabkan karena proses oksida oleh molekul sulfur.

2.2 Tinjauan Tentang Darah

2.2.1 Definisi Darah

Darah adalah suatu zat yang mengalir dalam sirkulasi. Sirkulasi adalah transport yang mensuplai zat-zat yang diabsorpsi dari saluran pencernaan dan oksigen ke jaringan, mengembalikan CO₂ ke paru-paru dan produk-produk metabolisme lainnya ke ginjal (Ganong, 1987).

2.2.2 Fungsi Darah

Menurut Syaifuddin dalam Anatomi Fisiologi untuk mahasiswa keperawatan (2006) menyebutkan bahwa darah memiliki fungsi sebagai berikut :

- 1) Sebagai alat pengangkut yaitu :
 - a. Mengambil oksigen atau zat pembakaran dari paru-paru untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh.
 - b. Mengangkat karbondioksida dari jaringan untuk dikeluarkan melalui paru-paru.
 - c. Mengambil zat-zat makanan dari usus halus untuk diedarkan dan dibagikan ke seluruh jaringan atau alat tubuh.
 - d. Mengangkat atau mengeluarkan zat-zat yang tidak berguna bagi tubuh untuk dikeluarkan melalui kulit dari ginjal.
 - e. Hormon dari kelenjar endokrin ke sel tubuh, dan enzim dari sel sekretori ke berbagai sel tubuh lain (Soewolo, 2005).
- 2) Sebagai pertahanan tubuh terhadap serangan penyakit dan racun dalam tubuh dengan perantaraan leukosit dan antibodi atau zat anti racun.
- 3) Menyebarkan panas keseluruh tubuh.

Jika darah dilihat begitu saja maka ia merupakan zat cair yang warnanya merah, tetapi apabila dilihat di bawah mikroskop maka nyatalah bahwa dalam darah terdapat benda-benda kecil bundar yang disebut sel-sel darah. Sedangkan cairan berwarna kekuning-kuningan disebut plasma (Soewolo, 2005).

2.2.3 Komponen Darah

Komposisi darah dapat mencerminkan tingkat kesehatan seseorang, oleh karena itu pemeriksaan darah penting. Darah merupakan suatu jaringan yang terdiri atas bermacam-macam sel dan cairan. Darah bekerja sama dalam memasok bahan-bahan yang diperlukan sel untuk memberbaharui komunitas sel-sel yang bekerja sama membangun tubuh. Secara umum terdapat 3 macam darah yaitu : Sel darah merah (*eritrosit*), sel darah putih (*leukosit*), dan trombosit (*platelet*) serta plasma. Plasma adalah bagian cair darah dan tersusun sebagian besar oleh air (Mayes dkk, 1987).

1. Eritrosit (Sel Darah Merah)

Eritrosit merupakan sel darah merah, karena mengandung pigmen berwarna merah dan tidak mempunyai inti/nukleus. Karena sel-sel darah merah tidak bernukleus, maka sebagian orang mengatakan bukan sel. Sitoplasma sel darah merah itu mengandung protein yang disebut “ Hemoglobin”, yang berpadu dengan oksigen dapat membentuk oksihemoglobin. Dalam jaringan tubuh, kadar oksigen lebih kecil dari pada dalam paru-paru. Oksihemoglobinnya dibebaskan dan oksigennya digunakan dalam proses metabolisme sel. Hemoglobin memberi warna merah pada sel (Bevelander, 1979). Fungsi eritrosit adalah mengikat oksigen dari membran pernafasan, sehingga terbentuk

oksihemoglobin (HbO_2) dan jaringan diikat pula karbon monoksida (CO) terbentuk HbCO_2 (Karboksihemoglobin) (Yatim, 1996).

2. Leukosit (Sel Darah Putih)

Leukosit adalah sel darah putih yang mengandung inti. Didalam darah manusia, normal didapati jumlah leukosit rata-rata $5000-9000 \text{ sel/mm}^3$, bila jumlahnya lebih dari 12000, keadaan ini disebut leukositosis, bila kurang dari 5000 disebut leukopenia. Dilihat dalam mikroskop cahaya maka sel darah putih mempunyai granula spesifik (granulosit), yang dalam keadaan hidup berupa tetesan setengah cair, dalam sitoplasmanya dan mempunyai bentuk inti yang bervariasi, yang tidak mempunyai granula, sitoplasmanya homogen dengan inti bentuk bulat atau bentuk ginjal. Terdapat dua jenis leukosit agranuler : limfosit sel kecil, sitoplasma sedikit; monosit sel agak besar mengandung sitoplasma lebih banyak. Terdapat tiga jenis leukosit granuler: Neutrofil, Basofil, dan Asidofil (atau eosinofil) yang dapat dibedakan dengan afinitas granula terhadap zat warna netral basa dan asam. Granula dianggap spesifik bila ia secara tetap terdapat dalam jenis leukosit tertentu dan pada sebagian besar precursor (pra zatnya) (Karnen, 1996).

3. Trombosit (Keping Darah)

Trombosit disebut keping darah/platet. Tidak berinti, berupa kepingan – kepingan kecil bentuk cakram. Jika pembuluh darah pecah/ rusak, trombosit ditempat itu mengeluarkan granula berisi serotonin. Zat ini bersifat vasokonstriktor (menguncupkan pembuluh darah), membuat sel otot polos

pembuluh darah berkerut, berakibat aliran darah jadi pelan/ berhenti (Yatim, 1996).

2.3 Tinjauan Tentang Hemoglobin (Hb)

2.3.1 Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin adalah metaloprotein pengangkut oksigen yang mengandung besi dalam sel darah merah. Molekul hemoglobin terdiri dari globin, apoprotein dan empat gugus *heme*, suatu molekul organik dengan satu atom besi. Pada pusat molekul terdapat cincin heterosiklik yang dikenal dengan *porfirin* yang menahan satu atom besi, atom besi merupakan situs/loka ikatan oksigen. Porfirin yang mengandung besi disebut heme. Nama hemoglobin merupakan gabungan dari *heme* dan *globin*; globin sebagai istilah generik untuk protein globular (Mardiani, 2004).

2.3.2 Fungsi Hemoglobin

Sitoplasma sel darah merah mengandung protein yang disebut “Hemoglobin”, yang berpadu dengan oksigen dapat membentuk oksihemoglobin, sehingga fungsi utama dari hemoglobin ialah mengikat dan membawa oksigen (O₂) dari paru-paru untuk diedarkan dan dibagikan ke seluruh sel di berbagai jaringan. Untuk memenuhi keperluan seluruh sel tubuh akan oksigen tiap saat dengan jumlah yang sangat besar (Sadikin, 2002). Dengan banyaknya oksigen yang dapat diikat dan dibawa oleh darah, berkat adanya hemoglobin yang ada di dalam sel darah merah, pasokan oksigen ke seluruh tubuh dapat terjamin. Sehingga berbagai sel dalam tubuh dapat bekerja melakukan fungsinya dengan

energi yang cukup. Hasilnya, individu tersebut dapat berfungsi dan berkembang dengan sempurna (Sadikin, 2002).

Hemoglobin dalam menjalankan fungsinya membawa oksigen ke seluruh tubuh, hemoglobin di dalam sel darah merah mengikat oksigen melalui suatu ikatan kimia khusus. Reaksi yang membentuk ikatan antara hemoglobin dengan oksigen tersebut dapat dituliskan sebagai berikut (Sadikin, 2002).



2.4 Patofisiologi Keracunan Gas CO

Gas CO masuk ke paru-paru inhalasi, mengalir ke alveoli terus masuk ke aliran darah. Gas CO dengan segera mengikat hemoglobin di tempat yang sama dengan tempat oksigen mengikat hemoglobin, untuk membentuk karboksihemoglobin (COHb), Sehingga akan menghalangi masuknya oksigen yang akan dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena gas CO bersifat racun metabolisme ikut bereaksi secara metabolisme dengan aliran darah melalui paru-paru. Seperti halnya oksigen, gas CO bereaksi dengan darah (Yokki, 2008).

2.4.1 Mekanisme kerja gas CO di dalam darah

Menurut Wichaksana (2002), mekanisme kerja gas CO di dalam darah sehingga membentuk karboksihemoglobin adalah sebagai berikut:

1. Karbon monoksida bersaing dengan oksigen untuk mengikat hemoglobin. Kekuatan ikatannya 200-300 kali lebih kuat dibandingkan oksigen. Akibatnya, oksigen terdesak dan lepas dari hemoglobin sehingga pasokan oksigen oleh darah ke jaringan tubuh berkurang, timbul hipoksia jaringan.

2. COHb mencampuri interaksi protein heme, menyebabkan kurva penguraian HbO₂ bergeser kekiri (Haldane effect). Akibatnya terjadi pengurangan pelepasan oksigen dari darah ke jaringan tubuh.

Tabel 2.1 Toksisitas gas CO (Wichaksana, 2002)

Konsentrasi rata-rata 8 jam (ppm)	Konsentrasi COHb di dalam darah (%)	Gejala
25-50	2,5 – 5	Tidak ada gejala, aliran darah meningkat ,sakit kepala ringan
100-250	5 – 10	Tegang daerah dahi, sakit kepala, penglihatan agak terganggu
250- 450	10 – 20	Sakit kepala sedang, dahi berdenyut-denyut (throbbing temple), wajah merah dan mual.
450 – 650	30 – 40	Sakit kepala berat, vertigo, mual, muntah, lemas, mudah terganggu, pingsan saat bekerja
650 – 1000	40 – 50	Seperti di atas, lebih berat, mudah pingsan dan jatuh.
1000 – 1500	50 – 60	Koma, hipotensi, kadang disertai kejang, pernafasan Cheyne Stokes
1500 – 2500	60 – 70	Koma dengan kejang, penekanan pernafasan dan fungsi jantung, mungkin terjadi kematian.
2500 – 4000	70 – 80	Denyut nadi lemah, pernafasan lambat, gagal hemodinamik, kematian.

Karbon monoksida dapat mengikat oksigen dari hemoglobin menghasilkan karboksihemoglobin ; $\text{HbO}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{COHb} + \text{O}_2$, pengaruh dari reduksi ini mengakibatkan kapasitas darah naik dengan kenaikan CO atmosfer dan aktifitas

fisik individu. Adanya gas CO dalam darah memberikan berbagai pengaruh atau gangguan yang terurai dengan tingkat konsentrasinya (seperti tabel di bawah).

Tabel 2.2 konsentrasi CO pada tubuh manusia (Crosby, 1998) :

Konsentrasi CO, ppm	Persen konvensi O ₂ Hb → COHb	Pengaruh terhadap Manusia
10	2	Gangguan perasa, penglihatan,
100	15	sakit kepala, pusing, capek
250	32	Kehilangan kesadaran
750	60	Setelah beberapa jam Mati
1000	66	Cepat mati

2.5 Dampak Bagi Kesehatan

Darah normal mengandung 20 % volume oksigen, sebesar 18 % volume mengikat hemoglobin dan 2 % volume larut di dalam plasma. Dari 18 % volume oksigen tersebut, otak/ sistim neurologi menerima bagian 6,1 % volume, dan jantung/ sistem kardiovaskular mendapat 11,0 % volume oksigen. Sehingga pada keracunan gas CO yang menyebabkan hipoksia jaringan, kedua sistem organ ini terganggu lebih awal dan menerima dampak buruk yang berat . Gejala klinik yang timbul, tergantung derajat pajanan gas CO, aktivitas fisik saat menerima pajanan dan kondisi kesehatan pekerja sebelumnya (Wichaksana, 2002).

Menurut Kurniastuti (2004), Keracunan gas CO sendiri akan menimbulkan hipoksia jaringan tubuh karena kurangnya oksigen dalam aliran darah. Gas CO dalam tubuh akan menghalangi pengikatan oksigen dalam tubuh. Hipoksia ini akan mengganggu sistem kardiovaskuler (aliran darah ke jantung) karena

menurunnya daya kontraksi otot pada jantung, dapat mengganggu sistem saraf dan timbulnya gangguan pernafasan. Berikut adalah gangguan-gangguan yang dapat ditimbulkan karena keracunan gas CO:

1. Gangguan Kardiovaskuler (gangguan peredaran darah)

Didalam darah gas CO dapat berikatan dengan Hb (hemoglobin) dan membentuk COHb (Carboksi Hemoglobin). Ikatan ini memiliki daya ikat 200-300 kali lebih kuat daripada ikatan O₂ (oksigen) dengan Hb sehingga ikatan ini dapat mendesak dan melepaskan O₂ dari hemoglobin darah.

Kelebihan gas CO dalam darah dapat menyebabkan menurunnya ATP (Adenosin Tripospat). ATP merupakan bahan yang sangat penting bagi aktivitas otot jantung sehingga kurangnya kadar ATP akan menghambat daya kontraksi jantung dan dapat menyebabkan kematian mendadak (sudden death).

2. Gangguan pada sistem saraf pusat

Keracunan gas CO pada susunan saraf pusat dapat menyebabkan parkinsonisme yaitu gejala seperti kekakuan dan cara berjalan yang tidak stabil. Secara teori hal ini terjadi karena adanya gangguan kinerja sel output pada otak. Selain itu, kelebihan gas CO akan mengganggu atau memperlambat metabolisme neurotransmitter dopamin (senyawa kimia yang menghantarkan rangsang pada sistem saraf pusat) sehingga terjadi kekacauan pada sistem transmisi informasi pada sistem saraf.

3. Komplikasi paru

Pada keracunan berat gas CO akan terjadi gangguan pada sistem pernafasan berupa edema paru dan pendarahan, hal ini terjadi karena terganggunya fungsi ventrikel kiri pada paru-paru atau akibat hipoksia parenkim paru-paru sehingga terjadi gagal napas.

