

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Pekerja

a. Definisi pekerja

Pada zaman ini banyak masyarakat Indonesia bekerja di bidang industri, pabrik, bahkan tidak jarang mereka bekerja sebagai mekanik di sebuah perusahaan kendaraan yang tentunya para pekerja sering terpajan bahan-bahan berbahaya seperti bahan kimia, asap, dan bahan-bahan berbahaya lainnya. Menurut UU Tentang Ketenagakerjaan Indonesia dalam pasal 1 ayat 2, tenaga kerja adalah setiap orang yang mampu melakukan pekerjaan guna menghasilkan barang dan atau jasa baik untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun untuk masyarakat. Sementara dalam UU tentang Ketenagakerjaan Indonesia pasal 1 ayat 3, yang dimaksud pekerja atau buruh adalah setiap orang yang bekerja dengan menerima upah atau imbalan dalam bentuk lain. Pekerjaan adalah suatu rangkaian tugas yang dirancang untuk dikerjakan oleh satu orang dan sebagai imbalan diberikan upah dan gaji menurut kualifikasi dan berat ringannya pekerjaan tersebut (Badan Pusat Statistik, 2002)

Seorang mekanik memerlukan tingkat keahlian yang tertuang pada KBJI tahun 2002 tentang keahlian pekerja adalah sebagai berikut.

- 1) Keluasan dan kedalaman pengetahuan yang diperlukan
- 2) Beragamnya perlengkapan operasional yang diperlukan
- 3) Tingkat kebebasan pekerjaan, seperti ditentukan oleh tingkat kerahasiaan dan pilihan yang diperlukan untuk melaksanakan tugas-tugas
- 4) Persyaratan lain berupa bakat, minat dan komitmen pribadi yang kuat

2. Polutan

a. Definisi polutan

Polutan adalah bahan pencemar yang bersifat asing bagi alam atau bahan yang berasal dari alam itu sendiri yang memasuki suatu tatanan ekosistem sehingga mengganggu peruntukan ekosistem. Sumber pencemar (polutan) berasal dari lokasi tertentu (*point source*) atau tak tentu/tersebar (*non-point source*). Sumber pencemar *point source* bersifat lokal contohnya asap knalpot mobil, cerobong asap pabrik, dan saluran pembuangan limbah industri. Sedangkan sumber *nonpoint source* dapat berupa *point source* yang jumlahnya banyak seperti limpasan dari daerah pertanian yang mengandung pupuk dan pestisida, limpasan dari daerah pemukiman (domestik), dan limpasan dari daerah perkotaan (Effendi, 2003). Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 12 pasal 1 tahun 2010, sumber pencemar adalah setiap usaha dan/atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar.

b. Jenis jenis polutan

Berdasarkan sifat toksik polutan dibagi menjadi dua yaitu polutan tak toksik dan polutan toksik

- 1) Polutan tak toksik

Polutan atau bahan pencemar biasanya berasal dari alam itu sendiri dengan kata lain bahan pencemar terbentuk secara alamiah. Polutan tak toksik tersebut dapat bersifat destruktif apabila terakumulasi dalam jumlah yang banyak sehingga dapat mengganggu keseimbangan ekosistem.

2) Polutan toksik

Polutan toksik dapat menyebabkan kematian (*lethal*) atau tidak menyebabkan kematian (*non lethal*). Biasanya polutan toksik berasal dari bahan-bahan non alamiah seperti pestisida, detergen dan zat-zat artifisial lainnya. Polutan yang berasal dari buatan manusia disebut dengan xenobiotic (polutan *artificial*). Polutan dari bahan-bahan kimia bersifat stabil dan tidak mudah berdegradasi sehingga persisten di alam dalam kurun waktu lama. Polutan ini disebut dengan rekalsitran. Mason (1993) mengelompokkan polutan toksik menjadi 5 yaitu logam, senyawa organik, gas, anion, serta asam dan alkali (Effendi, 2003).

Zat-zat kimia dapat ditemukan di lingkungan dan terbentuk secara alami di lingkungan. Semua unsur benda dan manusia tersusun dari zat kimia. Meskipun zat kimia yang terbentuk secara alami dianggap tidak berbahaya, tetapi jika jumlahnya berlebihan dapat membahayakan kesehatan manusia. Berikut contoh zat kimia alami berbahaya yang dapat mengakibatkan dampak buruk bagi kesehatan: flor, arsenik, kontaminan makanan seperti mikotoksin, dan toksin yang dihasilkan bakteri dalam makanan (World Health Organization, 2006).

c. Polutan udara

Polutan udara primer adalah polutan yang mencakup 90% dari polutan yang ada di udara. Polutan udara dapat dikelompokkan menjadi:

- 1) Karbon monoxide (CO)
- 2) Nitrogen okside (NO)
- 3) Hidrokarbon (HC)
- 4) Sulfur dioksida (SO_2)
- 5) Ozon
- 6) Timbal (Pb)
- 7) Partikel

(Robbins, 2013)

Sumber polusi sebagian besar berasal dari transportasi. Polutan yang dihasilkan oleh transportasi mengandung 60% karbon monoksida dan 15% hidrokarbon. Karbon monoksida merupakan polutan utama yang mencapai hampir setengah dari seluruh polutan udara (Fardiaz, 2006).

Sumber CO dapat berasal dari mesin otomotif, industri, bahan bakar rumah tangga, dan asap rokok. Gas CO umumnya juga ditemukan dalam kadar yang rendah pada udara sehari-hari dan tidak membahayakan. Namun orang yang dalam pekerjaannya pada lingkungan yang terpajan gas tersebut dapat terkena keracunan kronik. CO dapat mengakibatkan kematian mendadak (Robbins, 2013)

Gas nitrogen oksida (NO_x) mencakup NO , NO_2 , NO_3 , NO_2O , dan N_2O_5 . Nitrogen oksida merupakan hasil oksidasi molekul nitrogen dalam udara selama pembakaran dengan keberadaan oksigen. Sebagian besar keluaran nitrogen oksida pada pembakaran suhu yang tinggi adalah nitrogen monoksida (NO). Gas nitrogen monoksida adalah gas tidak berwarna yang dapat bergabung dengan oksigen atau

ozon dalam jumlah yang cukup untuk dapat membentuk nitrogen dioksida (NO_2) (Fardiaz, 2006).

Sulfur dioksida dihasilkan melalui pembakaran batubara dan minyak tanah pada industri. Sulfur dioksida dapat menyebabkan morbiditas dan kematian. Partikel yang berukuran kecil sangat berbahaya karena dapat terhirup dan memasuki alveoli kemudian difagositosis dan memicu pengeluaran mediator-mediator yang menyebabkan inflamasi (Robbins, 2013)

Timbal diperoleh dari hasil pembakaran mesin yang tidak sempurna. Timbal yang paling berbahaya bagi tubuh adalah timbal yang tidak dapat dihancurkan disebut timbal *non essential*. Menurut *Environment Project Agency*, sekitar 25% logam berat Timbal (Pb) tetap berada dalam mesin dan 75% lainnya akan mencemari udara sebagai asap knalpot (Gusnita, 2012).

Selain polutan yang telah disebutkan, terdapat polutan lain yang berbahaya yaitu benzene. Benzene di udara dihasilkan salah satunya dari knalpot kendaraan bermotor (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007). Paparan manusia terhadap benzena mempunyai efek terhadap kesehatan, penyakit akut dan jangka panjang yang merugikan, termasuk kanker dan anemia aplastik. Paparan dapat terjadi pada pekerjaan sebagai akibat dari penggunaan bahan-bahan minyak bumi yang mengandung benzena, termasuk bahan bakar dan pelarut motor. Paparan kronis pada benzene dapat mengurangi produksi sel darah merah dan putih dari sumsum tulang pada manusia, sehingga terjadi anemia aplastik (World Health Organization, 2010).

d. Dampak Polutan terhadap Kesehatan

Dampak yang ditimbulkan oleh polutan udara sangat banyak. Beberapa dampak bagi kesehatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Pengaruh Pencemaran Udara terhadap manusia

No	Komponen	Sumber	Pengaruh
1	Karbon Monoksida	Kendaraan bermotor dan pembakaran fosil	-Melemahkan pacuan jantung -Merendahkan kandungan oksigen yang dibawa oleh darah -Berbahaya untuk penyakit jantung kronik
2	Sulfur dioksida	Industri besar dan mesin diesel	-Menambah parah penyakit yang telah ada, terutama bronchitis -Menggangu saluran pernafasan pada penyakit asthma -menyebabkan lelah, pernafasan pendek dan batuk
3	Nitrogen dioksida	Industri besar dan kendaraan bermotor	-Meningkatkan paparan penyakit yang melalui udara -Menurunkan fungsi paru-paru -Peningkatan infeksi respirasi
4	Ozon	Kendaraan bermotor	-Inflamasi paru -Menurunkan fungsi paru-paru

Tabel 2. Pengaruh Pencemaran Udara terhadap manusia

No	Komponen	Sumber	Pengaruh
			-Meningkatkan reaktivasi saluran nafas
5	Asam Aerosol	Penguapan bahan pembakaran, asap kendaraan bermotor	-Meningkatkan infeksi respirasi -Menggangu sistem saraf pusat serta fungsi hati, dan jantung -Bersifat toksik dan karsinogenik
6	Plumbum (timbal)	Cat rumah dan bensin	-Merusak sistem saraf dan otak -Sakit kepala -Anemia -Sukar tidur -Keguguran kandungan -Penyakit cardiovascular -Terbelakang mental -Penurunan fungsi ginjal

Benzene bersifat toksik terhadap hematologi yang menyebabkan anemia aplastik dan leukemia. Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa paparan benzena tingkat rendah (<1 ppm) dapat mengganggu sistem haematopoietic (Koh D, 2015). Benzene dapat memasuki tubuh melalui inhalasi, kulit atau kontak mata, dan ingesti. Apabila terpajan kadar benzena tinggi di udara, sekitar setengah

dari benzene yang dihirup masuk melalui lapisan paru-paru dan memasuki aliran darah. Apabila terpajan benzena dalam makanan atau minuman, sebagian besar benzena yang akan melewati lapisan saluran pencernaan dan memasuki aliran darah. Sejumlah kecil akan masuk ke tubuh dengan melewati kulit dan masuk ke aliran darah selama kontak dengan benzena atau produk yang mengandung benzena. Begitu berada di aliran darah, benzena beredar ke seluruh tubuh dan dapat disimpan sementara di sumsum tulang dan lemak (Agency for Toxic Substances and Disease Registry,2007).

Benzene memiliki potensi hemolitik yang tinggi bahkan pada konsentrasi rendah. Benzena memiliki potensi hemolitik yang tinggi dan mengubah globin dan heme hemoglobin dan menyebabkan peningkatan metoksi dan deoksi-Hb dan penurunan oksidasi-Hb juga afinitas oksigen menurun dengan kuat. Hasil spektrofotometri menunjukkan bahwa benzene memiliki potensi tinggi untuk menembus kantong hidrofobik hemoglobin. Hasil ini konsisten dengan hasil simulasi docking molekul benzena-hHb. Agregasi dan studi denaturasi termal menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi benzena menginduksi agregasi hemoglobin dengan penurunan stabilitas. Spektroskopi fluoresensi konvensional mengungkapkan bahwa degradasi heme diproduksi dengan adanya benzena. Dari berbagai metode yang telah dilakukan, dapat dikatakan bahwa benzena memiliki efek buruk pada struktur dan fungsi hemoglobin, dan degradasi heme (Hosseinzadeh,2016).

Pencemaran udara sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia pada derajat yang berbeda-beda. Pengaruh yang paling berbahaya adalah terjadinya kematian. Selain itu, penurunan fungsi pada organ-organ yang terpengaruh seperti,

paru, jantung, sistem saraf dan sistem hematopoietik menjadi faktor utama yang paling sering terpapar dikarenakan pencemaran udara. Terdapat hubungan antara timbulnya kejadian suatu penyakit akibat pencemaran udara dengan keberadaan tempat tinggal pada daerah yang terpapar polusi udara yang sangat tinggi. Hal ini menunjukkan penduduk yang tinggal pada daerah yang terpapar polusi udara tinggi lebih cenderung untuk mengidap gangguan penyakit pada organ-organ seperti yang telah disebutkan (World Health Organization, 2006).

Penurunan fungsi pada sistem saraf seperti pada anak yang mengalami keterbelakangan mental setelah terpapar timbal menjadi bukti dampak yang muncul akibat polusi udara. Selain itu, pencemaran udara yang menyebabkan gangguan pada sistem pernafasan terus menerus dapat menimbulkan iritasi, gangguan emosi, bahkan anoreksia. Penurunan kadar oksigen yang diangkut didalam darah karena berkurangnya jumlah hemoglobin, aplasia sumsum tulang, dapat menimbulkan keadaan sesak pada penderita asthma dan meningkatkan infeksi pada tubuh salah satunya pada pernafasan (World Health Organization, 2006).

Pada orang dewasa umumnya ciri -ciri keracunan timbal adalah pusing, kehilangan selera, sakit kepala, anemia, sukar tidur, lemah, dan keguguran kandungan. Selain itu timbal berbahaya karena dapat mengakibatkan perubahan bentuk dan ukuran sel darah merah yang mengakibatkan tekanan darah tinggi (World Health Organization, 2006).

3. Sel Darah Merah

a. Definisi Sel Darah Merah

Sel darah merah berbentuk lempeng bikonkaf dengan diameter rata-rata 7,8 mikrometer dengan ketebalan 2,5 mikrometer pada bagian yang paling tebal sedangkan 1 mikrometer pada bagian tengahnya. Sel darah merah dapat berubah

bentuk ketika sel berjalan melewati kapiler. Dengan kemampuannya berubah bentuk, sel darah merah tidak mudah ruptur seperti sel lainnya (Guyton & Hall, 2008)

b. Fungsi Sel Darah Merah (Eritrosit)

Sel darah merah atau eritrosit mempunyai fungsi utama yaitu pengangkutan hemoglobin yang akan mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan. Selain mengangkut hemoglobin, eritrosit mempunyai fungsi lain yaitu sel eritrosit mengandung sejumlah besar karbonik anhidrase. Karbonik anhidrase adalah enzim yang mengkatalisis reaksi reversibel antara karbon dioksida (CO_2) dan air untuk membentuk asam karbonat (H_2CO_3). Enzim tersebut dapat meningkatkan reaksi beberapa ribu kali lipat. Reaksi yang cepat membuat air dalam darah dapat mengangkut sejumlah besar CO_2 dalam bentuk ion bikarbonat (HCO_3^-) dari jaringan ke paru-paru. Kemudian di paru-paru akan dilepaskan sebagai CO_2 (Guyton & Hall, 2008).

c. Eritropoesis

Eritropoesis adalah proses pembentukan sel darah merah. Sel darah diproduksi dalam sumsum tulang. Sel darah berasal dari suatu tipe sel yang disebut sel stem hematopoietik pluripoten yang merupakan asal dari semua sel darah. Sebagian sel pluripoten akan berdiferensiasi menjadi beberapa tipe sel darah. Sel-sel yang berdiferensiasi membelah dan membentuk jalur khusus yang disebut committed cells. (Guyton & Hall, 2008)

Committed cells yang menghasilkan eritrosit disebut unit pembentuk koloni eritrosit ditandai dengan singkatan CFU-E. Kemudian dari sel-sel CFU-E akan dibentuk proeritroblas yang dikenal sebagai sel pertama dari proses

pembentukan sel darah merah. Setelah terbentuk proeritroblas maka sel proeritroblas akan membelah beberapa kali sampai membentuk banyak sel darah merah matur. Sel-sel generasi pertama disebut basofil eritroblas yang mengandung sedikit hemoglobin. Generasi berikutnya sel-sel akan dipenuhi dengan hemoglobin sampai konsentrasi sekitar 34%, nukleus akan memadat, dan sisa akhirnya akan diabsorpsi. Pada saat yang bersamaan juga terjadi reabsorpsi retikulum endoplasma yang disebut sebagai tahap retikulosit (Guyton & Hall,2008).

4. Hemoglobin

a. Definisi Hemoglobin

Hemoglobin merupakan komponen utama berupa protein yang menyusun sel darah merah yang mengangkut sebagian besar oksigen (O_2), sebagian kecil fraksi karbon dioksida (CO_2), dan mempertahankan keadaan pH normal (Sherwood, 2014).

Hemoglobin terdiri dari dua bagian yaitu globin dan heme. Bagian globin terdiri dari suatu protein yang terbentuk dari empat rantai polipeptida. Gugus heme terdiri dari empat gugus non protein yang mengandung besi dimana masing-masing dari keempat atom besi terikat pada salah satu polipeptida. Keempat atom tersebut masing-masing dapat mengikat secara reversibel satu molekul O_2 sehingga setiap molekulnya hemoglobin dapat berikatan dengan empat molekul O_2 (Sherwood, 2014)

Sintesis hemoglobin terjadi di dalam sumsum tulang. Sintesis hemoglobin berlangsung dalam eritrosit dimulai dari perieritroblas dan stadium perkembangan eritroblas sampai retikulosit. Tahap sintesis akhir berlangsung setelah eritrosit

imatur dilepas dalam sirkulasi sebagai retikulosit.(Price, 2014). Ketika retikulosit telah meninggalkan sumsum tulang, retikulosit masih membentuk sejumlah kecil hemoglobin sampai akhirnya menjadi retikulosit yang matur (Guyton & Hall, 2008).

Secara kimiawi, sintesis hemoglobin dimulai dari suksinil koA yang dihasilkan dari siklus krebs. Kemudian suksinil koA berikatan dengan glisin membentuk molekul pirol. Molekul pirol tersebut akan bergabung sebanyak empat molekul untuk membentuk protofirin IX. Protofirin IX akan bergabung dengan besi menjadi heme dan setiap molekul heme yang bergabung dengan polipeptida akan membentuk rantai hemoglobin. Satu molekul hemoglobin terdiri dari empat rantai hemoglobin. Rantai hemoglobin sendiri mempunyai berbagai tipe yaitu rantai alfa, rantai beta, rantai gamma dan rantai delta yang masing-masing kombinasi dari berbagai tipe rantai akan membentuk jenis molekul hemoglobin yang berbeda. Bentuk hemoglobin paling sering pada orang dewasa adalah hemoglobin A yang merupakan kombinasi dari rantai hemoglobin alfa dan beta. Oleh karena satu rantai hemoglobin terdapat satu atom besi, maka di dalam satu molekul hemoglobin terdapat empat atom besi yang masing-masing akan mengikat satu molekul oksigen sehingga total molekul oksigen yang dapat berikatan dengan satu molekul hemoglobin yaitu sebanyak empat molekul oksigen (Guyton & Hall, 2008).

Sel darah merah akan bertahan dalam sirkulasi selama 120 hari. Sel-sel darah merah yang semakin tua akan menjadi rapuh, kaku dan fragil lalu akhirnya pecah saat melewati tempat-tempat sempit dalam sirkulasi. Hemoglobin difagosit oleh sel-sel makrofag tubuh terutama sel Kupffer hati, makrofag limpa, dan makrofag sumsum tulang. Kemudian besi dibebaskan oleh makrofag dari hemoglobin dan besi diangkut oleh transferin ke sumsum tulang untuk bahan sintesis sel darah

merah. Sisa besi akan disimpan di hati dan jaringan lain dalam bentuk feritin dan hemosiderin yang akan digunakan kemudian hari. Bagian porfirin akan diubah menjadi pigmen empedu bilirubin oleh makrofag yang kemudian keluar dari tubuh melalui hati ke cairan empedu. Globin akan masuk kembali ke dalam kumpulan asam amino. (Price, 2014).

Kadar hemoglobin normal dalam satuan gr/dl pada laki-laki adalah 13,4-17,6, sedangkan pada perempuan adalah 12,0-15,4 (Price, 2014).

b. Fungsi Hemoglobin

Fungsi hemoglobin selain mengikat O_2 , hemoglobin juga dapat berikatan dengan karbon dioksida dimana hemoglobin membantu mengangkut gas karbon dioksida dari sel jaringan kembali ke paru-paru. Hemoglobin juga dapat berikatan dengan bagian ion asam (H^+) dari asam karbonat terionisasi yang dihasilkan pada jaringan dari CO_2 . Hemoglobin berfungsi menyangga asam tersebut sehingga pH darah tetap dalam keadaan normal. Karbon monoksida (CO) juga dapat berikatan dengan hemoglobin. Pada keadaan normal, kandungan CO dalam darah tidak ada, tetapi apabila gas ini terhirup maka gas CO akan menempati bagian dari hemoglobin yang seharusnya ditempati oleh oksigen O_2 . Nitrat oksida (NO) yang merupakan vasodilator dapat berikatan dengan hemoglobin. Hemoglobin mempunyai peran kunci sebagai transpor O_2 , memberi kontribusi pada transpor CO_2 dan sebagai penyangga pH darah (Sherwood, 2014).

c. Hemoglobin dan Sistem Pernapasan

Gas-gas seperti gas oksigen dan karbon dioksida dapat berpindah dari tempat satu ke tempat lainnya melalui difusi. Difusi dapat terjadi karena terdapat perbedaan tekanan parsial diantara dua tempat. Oksigen dari alveoli dapat berdifusi

ke kapiler karena tekanan parsial oksigen (PO_2) dalam alveoli lebih tinggi daripada kapiler. Oksigen dalam kapiler dapat berdifusi ke jaringan karena tekanan parsial oksigen (PO_2) dalam kapiler masih lebih tinggi daripada jaringan. Sebaliknya karbon dioksida dapat berdifusi dari jaringan ke kapiler darah karena tekanan parsial karbondioksida (PCO_2) dalam kapiler lebih rendah. Begitu juga dengan alveoli, tekanan parsial karbondioksida (PCO_2) dalam alveoli lebih rendah daripada kapiler sehingga karbondioksida dapat berdifusi ke alveoli kemudian dilepaskan ke luar tubuh. Mekanisme tersebut tidak terlepas dari peran hemoglobin dalam darah (Guyton & Hall, 2008)

Apabila tekanan parsial oksigen (PO_2) tinggi seperti pada kapiler paru, maka oksigen akan berikatan dengan hemoglobin dan meninggalkan kapiler paru memasuki arteri sistemik. Namun apabila tekanan parsial oksigen (PO_2) rendah seperti dalam kapiler jaringan, maka oksigen akan dilepas dari hemoglobin. Normalnya, 97% oksigen dalam tubuh diangkut oleh hemoglobin dalam sel darah, sisanya sekitar 3% diangkut oleh cairan plasma (Guyton & Hall, 2008).

d. Abnormalitas Kadar Hemoglobin

1) Anemia

Anemia merupakan kondisi dimana tubuh kekurangan hemoglobin dalam darah. Anemia dapat disebabkan karena penurunan sel darah merah maupun penurunan kadar hemoglobin itu sendiri (Guyton & Hall, 2008). Gejala anemia meliputi mudah lelah, kekurangan energi, pingsan, pucat, napas pendek. Beberapa kondisi yang menurunkan kadar hemoglobin antara lain

- a) Kehilangan darah seperti pada trauma berat
- b) Defisiensi nutrisi seperti besi, folat, atau vitamin B12

- c) Kerusakan sumsum tulang yang diakibatkan oleh racun, radiasi atau kemoterapi, infeksi maupun obat-obatan.
- d) Penyakit sumsum tulang seperti anemia aplastik, sindrom myelodisplastik, atau kanker seperti leukimia, limfoma, multipel myeloma, atau kanker lain yang menyerang sumsum tulang.
- e) Gagal ginjal berat dan penyakit ginjal kronik yang menyebabkan penurunan eritropoietin
- f) Penyakit Inflamasi kronik
- g) Detruksi sel darah merah secara berlebihan misalnya anemia hemolitik yang disebabkan oleh autoimun atau kerusakan sel darah merah itu sendiri. Kerusakan sel darah merah tersebut dapat menyebabkan hemoglobinopati (misalnya anemia sel sabit). Dapat juga disebabkan karena abnormalitas membran sel darah merah (misalnya sferositosis herediter) atau enzim sel darah merah (misalnya defisiensi G6PD)
- h) Kehamilan dapat menurunkan kadar hemoglobin yang bersifat fisiologis
Terdapat berbagai tipe anemia dan penyebabnya. Salah satunya anemia yang diakibatkan kehilangan darah. Kehilangan darah yang cukup banyak akan mengganggu keseimbangan cairan dalam tubuh yang juga mengurangi konsentrasi sel darah merah dalam tubuh. Pada keadaan normal, anemia akibat kehilangan darah akan segera kembali ke keadaan normal selama tiga sampai enam minggu. Kehilangan darah yang kronik akan mengakibatkan anemia hipokromik mikrositik yaitu sel darah merah berukuran lebih kecil dari normal dan kandungan hemoglobin yang lebih sedikit yang disebabkan oleh kegagalan absorpsi besi pada mukosa usus (Guyton & Hall,2008).

Tipe anemia lainnya adalah anemia aplastik, anemia megaloblastik, dan anemia hemolitik. Anemia aplastik adalah kondisi anemia yang disebabkan karena tidak berfungsinya sumsum tulang tempat dimana sel darah dibentuk. Kerusakan sumsum tulang dapat disebabkan oleh paparan radiasi sinar gamma, terapi dengan sinar x berlebihan, zat kimia tertentu, dan obat-obatan yang mempengaruhi sumsum tulang (Guyton & Hall, 2008).

Anemia megaloblastik adalah anemia yang disebabkan oleh hilangnya beberapa faktor instrinsik pembentuk sel darah, vitamin B12, dan asam folat. Kekurangan salah satu zat tersebut dapat menyebabkan perlambatan produksi eritroblas dalam sumsum tulang sehingga sel darah merah yang dihasilkan tumbuh terlalu besar. Keadaan sel darah yang terlalu besar disebut megaloblastik.

Anemia hemolitik adalah anemia yang disebabkan karena masa hidup sel darah yang lebih singkat dari normalnya. Anemia hemolitik terbagi dalam beberapa tipe antara lain anemia sel sabit, *sferositosis herediter*, dan eritroblastosis fetalis (Guyton & Hall, 2008)

2) Polisitemia

Kadar hemoglobin dan hematokrit yang tinggi disebut sebagai polisitemia. Beberapa kondisi yang dapat menyebabkan polisitemia antara lain

- a) Penyakit paru-paru. Jika kemampuan bernapas berkurang dan suplai oksigen berkurang, maka tubuh mengkompensasi dengan memproduksi sel darah merah lebih banyak.
- b) Penyakit hati kongenital dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen dalam darah. Tubuh mengkompensasi dengan produksi sel darah merah berlebih.
- c) Tumor ginjal yang menyebabkan kelebihan eritropoietin

- d) Merokok. Perokok berat mempunyai kadar hemoglobin yang lebih tinggi daripada tidak perokok.
- e) Kelainan genetik
- f) Tinggal di daerah ketinggian
- g) Dehidrasi: volume cairan dalam darah menurun, hemoglobin meningkat (*Lab test online*, 2015)

Ketika jaringan mengalami hipoksia tubuh akan mengkompensasi keadaan ini dengan menambah produksi sejumlah besar sel darah merah yang diikuti dengan peningkatan kadar hemoglobin. Kondisi ini disebut dengan polisitemia sekunder. Jumlah sel darah merah biasanya dapat meningkat sampai 30% dari normal. Polisitemia sekunder yang umum disebut juga polisitemia fisiologis yang terjadi pada orang yang tinggal di daerah ketinggian (Guyton & Hall, 2008).

Tipe polisitemia lainnya salah satunya polisitemia vera (eritremia) yaitu kondisi dimana sel darah merah mencapai 7 sampai 8 juta/ mm^3 dan hematokrit mencapai 60 sampai 70% melebihi nilai normal. Penyebab polisitemia vera adalah adanya penyimpangan genetik yang menyebabkan tubuh memproduksi sel darah merah terus menerus walaupun sudah terdapat banyak sel darah merah (Guyton & Hall, 2008).

e. Pemeriksaan Kadar Hemoglobin

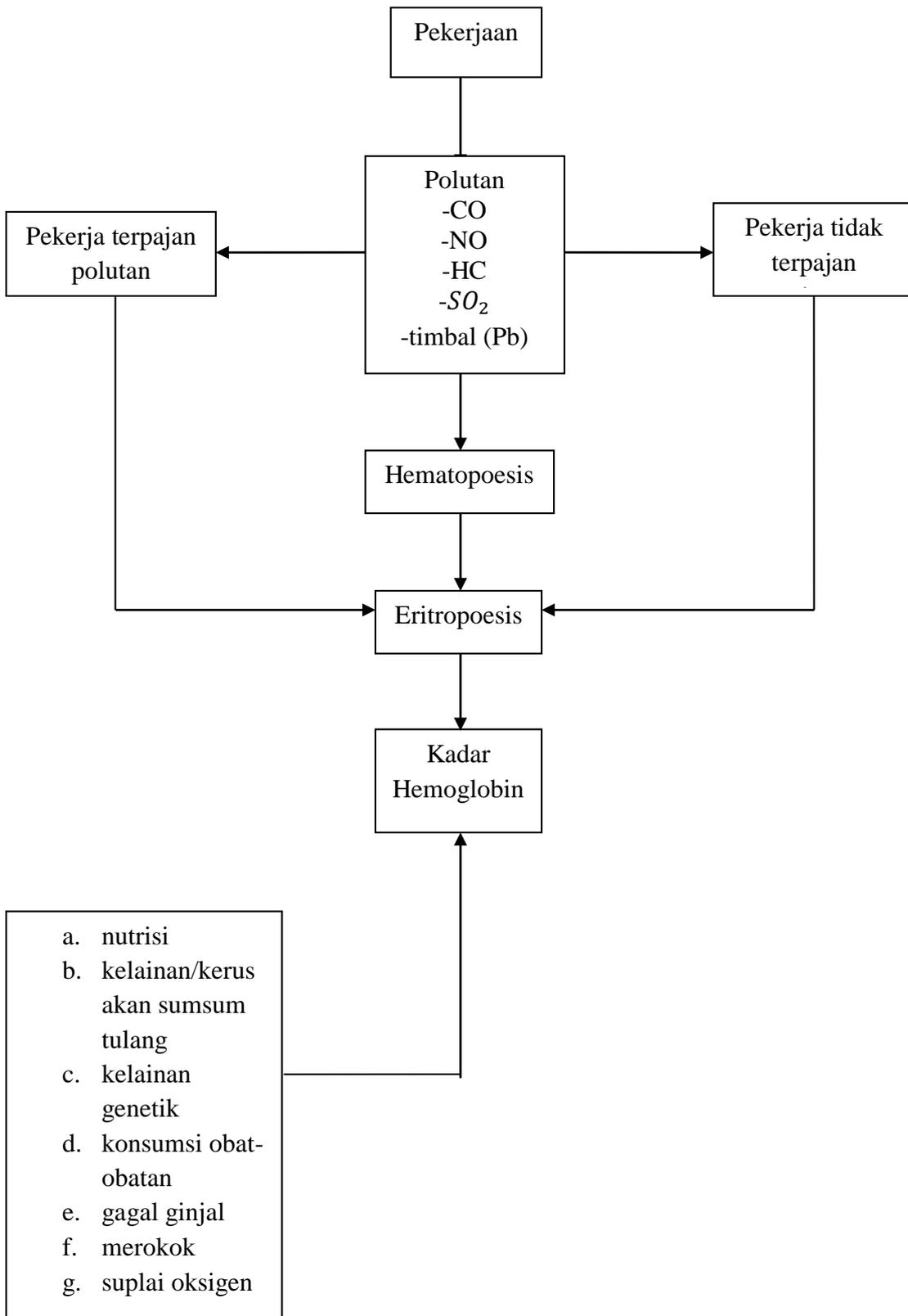
Pemeriksaan kadar hemoglobin umumnya digunakan untuk mendeteksi anemia. Pemeriksaan kadar hemoglobin biasanya diikuti dengan pemeriksaan hematokrit atau termasuk bagian dari pemeriksaan *complete blood count* (CBC). Tes ini dapat digunakan untuk skrining, diagnosis, atau untuk memonitor kondisi dan penyakit yang

menyerang sel darah merah atau dapat juga untuk memantau kadar hemoglobin (*lab test online, 2015*).

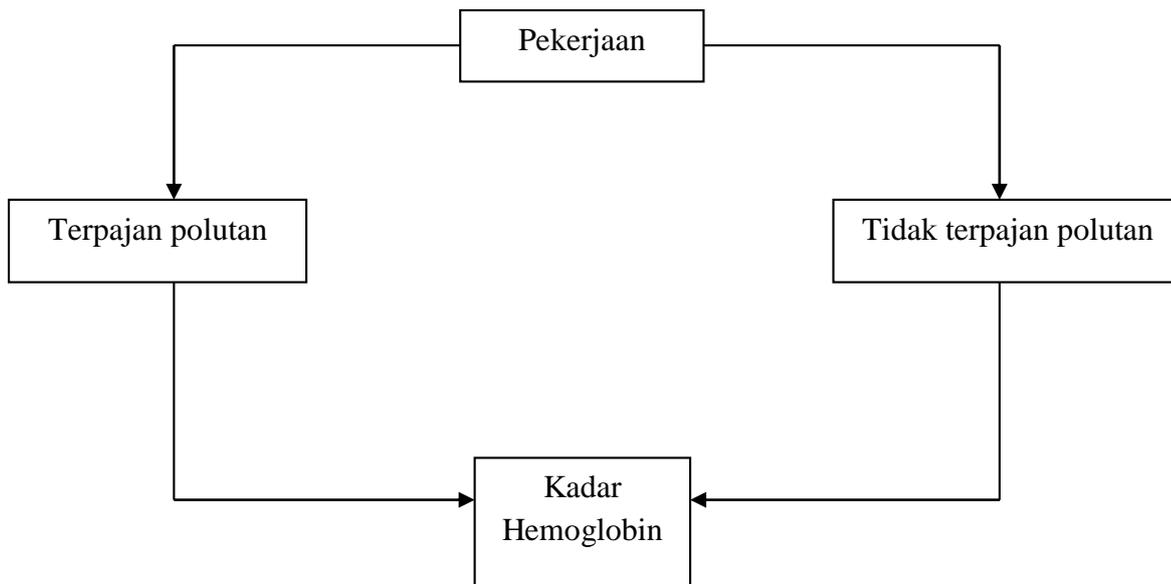
Beberapa kondisi yang menyerang produksi sel darah merah di sumsum tulang dapat menyebabkan peningkatan atau penurunan jumlah sel darah merah matur yang bersirkulasi dalam darah. Selain itu, beberapa kondisi juga dapat mempengaruhi masa hidup sel darah merah. Jika terjadi peningkatan hemolisis sel darah merah atau kehilangan sel darah merah karena perdarahan maupun sumsum tulang yang sudah tidak mampu memproduksi sel darah merah secara cepat kemudian jumlah sel darah merah dan hemoglobin menurun, maka dapat terjadi anemia. Pemeriksaan ini dapat mendeteksi adanya gangguan sel darah merah tetap tidak dapat mengetahui penyebabnya. Jadi untuk mengetahui penyebabnya perlu tes lebih lanjut seperti apusan darah, jumlah retikulosit, besi, vitamin B12 dan kadar asam folat, atau pemeriksaan sumsum tulang (*lab tes online,2015*)

Pemeriksaan kadar hemoglobin dapat dilakukan untuk pemeriksaan umum maupun ketika terdapat tanda dan gejala gangguan yang menyerang sel darah merah seperti anemia atau polisitemia. (*lab test online,2015*)

B. Kerangka Teori



C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

H0: Tidak ada perbedaan kadar hemoglobin antara pekerja tidak terpapar polutan dengan pekerja terpapar polutan

H1: Ada perbedaan kadar hemoglobin antara pekerja tidak terpapar polutan dengan pekerja terpapar polutan