

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Pekerja

a. Definisi pekerja

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 (BPS, 2002).

Pada zaman ini banyak masyarakat Indonesia bekerja di bidang industri, pabrik, bahkan tidak jarang mereka bekerja sebagai mekanik di sebuah perusahaan kendaraan yang sering terpajan bahan-bahan berbahaya seperti bahan kimia, asap, dan bahan-bahan berbahaya lainnya.

Setiap pekerjaan memerlukan keahlian khusus dalam bidangnya masing-masing. Seorang mekanik memerlukan tingkat keahlian yang khusus sebagaimana yang tertuang pada KBJI tahun 2002 tentang keahlian pekerja 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.

1. 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 atau tersebar (*non-point source*). Sumber pencemar *point source* bersifat lokal contohnya asap knalpot mobil, cerobong asap pabrik, dan saluran pembuangan limbah industri. Sedangkan sumber *non point 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. (Effendi, 2003)

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 menetap di alam dalam kurun waktu lama. Polutan ini disebut dengan rekalsitrian. Mason (1993) mengelompokkan polutan toksik menjadi 5 yaitu logam, senyawa organik, gas, anion, 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. (WHO, 2006).

c. Polutan udara

Menurut Robbins (2013) Polutan udara primer adalah polutan yang mencakup 90% dari polutan yang ada di udara. Polutan udara primer dapat dikelompokkan menjadi lima:

- 1) Karbon monoksida (CO)
- 2) Nitrogen oksida (NO)
- 3) Hidrokarbon (HC)
- 4) Sulfur dioksida (SO₂)
- 5) Ozon
- 6) Timbal (Pb)
- 7) Partikel

Sumber polusi sebagian besar berasal dari transportasi. Polutan yang dihasilkan oleh transportasi mengandung 60% karbon monoksida dan 15% hidrokarbon. Sumber polusi lainnya yaitu pembakaran, proses industri, pembuangan limbah dan lain-lain. Karbon monoksida merupakan polutan utama yang mencapai hampir setengah dari seluruh polutan udara (Fardiaz, 2006)

Tingkat toksisitas kelima kelompok polutan udara berbeda-beda. Berikut tabel.2 yang menyajikan toksisitas relatif dari masing-masing kelompok polutan.

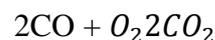
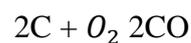
Tabel 2. Toksisitas relatif polutan udara (Fardiaz, 2006)

Polutan	Level toleransi		Toksisitas relatif
	Ppm	Ug/m ³	
CO	32.0	40.000	1.00
HC		19.300	2.07
SO₂	0.50	1.430	28.0
NO	0.25	514	77.8

Karbon monoksida (CO) merupakan komponen yang tidak berwarna, tidak mengiritasi, tidak berbau, dan tidak mempunyai rasa. Proses terbentuknya karbon monoksida adalah sebagai berikut:

- 1) Pembakaran tidak lengkap atau tidak sempurna pada komponen yang mengandung karbon.
- 2) Reaksi antara karbon dioksida dengan komponen yang mengandung karbon pada suhu yang tinggi.
- 3) Suhu tinggi akan menguraikan karbon dioksida menjadi karbon monoksida dan O.

Pada proses pembakaran sempurna dibutuhkan oksigen yang cukup dimana akan dihasilkan karbon dioksida. Oksidasi tidak lengkap terhadap karbon atau komponen karbon terjadi apabila jumlah oksigen yang tersedia tidak memadai terjadinya pembakaran sempurna (Fardiaz, 2006). Reaksi yang terjadi pada pembakaran karbon dalam minyak bakar adalah



Pembakaran sempurna melalui dua tahap reaksi. Reaksi pertama mempunyai kecepatan 10 kali lebih cepat daripada reaksi kedua. CO merupakan intermediet pada kedua reaksi tersebut. Jika jumlah oksigen tidak mencukupi, maka reaksi pertama tidak bisa melanjutkan reaksi kedua sehingga hasil akhir dari pembakaran adalah CO. Oksigen yang memadai belum tentu menjamin terjadinya reaksi pembakaran yang sempurna. Apabila bahan bakar dan udara tidak

tercampur rata, akan membentuk area-area yang tidak terkandung oksigen sehingga produk pembakaran seperti CO dapat dihasilkan (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) 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).

Selain gas-gas yang telah disebutkan, terdapat zat toksik yang juga berbahaya bagi kesehatan tubuh yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yaitu timbal (Pb). 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).

d. Dampak Polutan terhadap Kesehatan

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

Tabel 3. Dampak polutan terhadap kesehatan (WHO, 2006)

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 bronkhitis -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 -Meningkatkan reaktivasi saluran nafas

5.	Asam Aerosol	Penguapan bahan pembakaran , asap kendaraan bermotor	<ul style="list-style-type: none"> -Meningkatkan infeksi respirasi -Menggangu sistem saraf pusat serta fungsi hati, dan jantung -Bersifat toksik dan karsinogenik
6.	Plumbum (timbal)	Cat rumah dan bensin	<ul style="list-style-type: none"> -Merusak sistem saraf dan otak -Sakit kepala -Anemia -Sukar tidur -Keguguran kandungan -Penyakit kardiovascular -Terbelakang mental -Penurunan fungsi ginjal

Lanjutan...

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 terpajan dikarenakan pencemaran udara. Terdapat hubungan antara timbulnya kejadian suatu penyakit akibat pencemaran udara dengan keberadaan tempat tinggal pada daerah yang terpajan polusi udara yang sangat tinggi. Hal ini menunjukkan penduduk yang tinggal pada daerah yang terpajan polusi udara tinggi lebih cenderung untuk mengidap gangguan penyakit pada organ-organ seperti yang telah disebutkan (WHO, 2006).

Penurunan fungsi pada sistem saraf seperti pada anak yang mengalami keterbelakangan mental setelah terpajan 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 (WHO, 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 (WHO, 2006).

2. Sel Darah Putih

a. Definisi sel darah putih (leukosit)

Leukosit, disebut juga sel darah putih adalah sel darah yang tidak berwarna yang mampu bergerak secara ameboid (Dorland, 2010). Leukosit sebagian dibentuk di sumsum tulang (granulosit dan monosit serta sedikit limfosit) dan sebagian lagi di jaringan limfe (limfosit dan sel plasma) (Guyton dan Hall, 2008).

b. Fungsi sel darah putih (leukosit)

Sel darah putih atau leukosit bermanfaat ketika terjadi proses peradangan dan sebagian besar diangkut secara khusus ke daerah yang terinfeksi sebagai lini pertahanan yang cepat dan kuat terhadap agen-agen infeksius. Salah satunya granulosit dan monosit, kedua sel ini mempunyai kemampuan untuk mencari dan merusak setiap benda asing yang menyerang (Guyton dan Hall, 2008).

c. Sifat umum sel darah putih (leukosit)

Jenis-jenis sel darah putih dibagi menjadi 6 macam sel yang biasa ditemukan di dalam darah. Keenam sel tersebut adalah neutrofil polimorfonuklear, eosinofil polimorfonuklear, basofil polimorfonuklear, monosit, limfosit, dan kadang sel plasma. Dari keenam sel tersebut, terdapat tiga yang dikelompokkan ke dalam kelompok sel granulosit. Sel granulosit merupakan sel polimorfonuklear berasal dari kata “poli” berarti banyak atau *multiple* dan “morfonuklear” berarti berbentuk inti. Jadi dapat disimpulkan, sel granulosit mempunyai gambaran granular dan karena alasan ini pula disebut dengan granulosit dan dengan intinya yang banyak. Granulosit dan monosit melindungi tubuh terhadap organisme penyerang terutama dengan cara memakannya misalnya melalui fagositosis. Fungsi limfosit dan sel-sel plasma terutama berhubungan dengan sistem imun. (Guyton dan Hall, 2008).

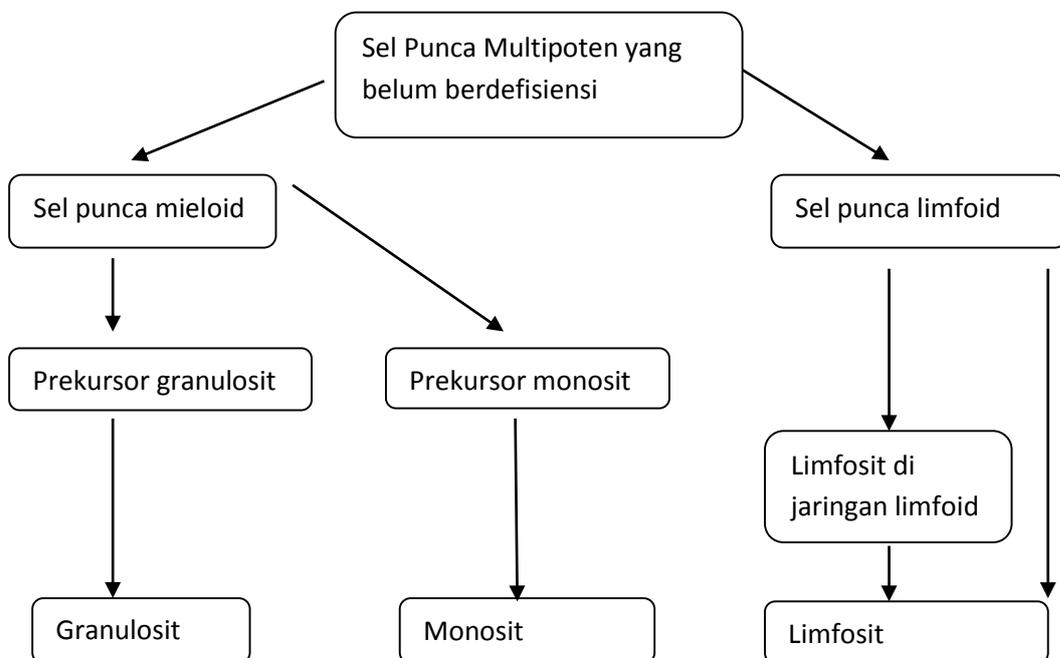
d. Leukopoiesis

Diferensiasi dini dari sel punca hematopoietik pluripoten menjadi berbagai sel-sel *committed stem*. Selain membentuk sel darah merah, diferensiasi dini sel ini juga membentuk dua silsilah utama pada sel darah putih yaitu mielositik dan limfositik. (Guyton dan Hall, 2008).

Granulosit dan monosit hanya diproduksi di sumsum tulang, yang membebaskan leukosit matur ke dalam darah. Limfosit sebenarnya berasal dari sel-sel prekursor di sumsum tulang, tetapi sebagian besar limfosit baru sebenarnya dihasilkan oleh limfosit yang sudah ada di jaringan limfoid (mengandung limfosit), misalnya kelenjar limfe dan tonsil (Sherwood, 2014).

Jumlah total leukosit dalam keadaan normal berkisar 5 juta hingga 10 juta per mililiter darah, dengan rata-rata 7 juta sel/ml, yang dinyatakan sebagai hitung

sel darah putih rerata $7000/\text{mm}^3$. Dalam keadaan normal, sekitar dua pertiga leukosit dalam darah adalah granulosit, terutama neutrofil, sementara sepertiga adalah agranulosit, terutama limfosit. Namun persentase masing-masing tipe dapat sangat bervariasi tergantung jumlah kebutuhan pertahanan yang terus berubah. (Sherwood, 2014).



Gambar 1. Pembentukan sel darah (leukopoiesis) (Sherwood, 2014)

Berbagai jenis leukosit secara selektif diproduksi dengan kecepatan yang bervariasi, tergantung pada jenis dan tingkat serangan yang harus dihadapi oleh tubuh. Zat-zat perantara kimiawi yang berasal dari jaringan yang mengalami infeksi atau kerusakan atau dari leukosit aktif itu sendiri mengatur kecepatan produksi berbagai leukosit. Hormon-hormon spesifik yang analog dengan eritropoietin mengarahkan diferensiasi dan proliferasi masing-masing tipe sel (Sherwood, 2014).

Salah satu hormon tersebut adalah hormon faktor perangsang koloni (CSF). *Colony stimulating factor* (CSF) adalah glikoprotein yang berasal dari sel yang tergolong dalam kelompok regulator sel darah putih yang lebih besar yang dinamakan sitokin. CSF secara terus menerus disintesis oleh berbagai macam sel. Sel-sel yang terpenting adalah sistem limfosit-makrofag fibroblast, dan sel endotel yang ditemukan dalam sumsum tulang. CSF bekerja dengan bersirkulasi atau melekatkan diri pada reseptor tertentu di permukaan sel dari prekursor hematopoietik, bekerja untuk diferensiasi pada sel darah putih seperti granulosit, monosit dan garis sel limfatik (Price, 2014).

Sel-sel mengalami suatu fase proliferasi mitotik, diikuti oleh fase pematangan. Waktu yang diperlukan bervariasi, mulai dari 9 hari untuk eosinofil sampai 12 hari untuk neutrofil. Semua fase ini akan mengalami pertambahan kecepatan selama terjadi infeksi. Setelah sel-sel matang di sumsum tulang, sel-sel tersebut berubah menjadi kecil dimana intinya berbentuk bulat atau oval dan memiliki dua sampai lima lobus dikelilingi oleh sitoplasma yang mengandung granula halus yang tersebar merata. Granula tersebut mengandung enzim-enzim seperti mieloperoksidase, muramidase, dan kation protein antibakteri yang pada

saat degranulasi sel-sel darah putih, zat ini aktif membunuh dan mencerna bakteri (Price, 2014).

e. Konsentrasi normal sel darah putih (leukosit)

Manusia dewasa mempunyai sekitar 7.000 sel darah putih per mikroliter darah (dibandingkan dengan sel darah merah yang berjumlah 5 juta) (Guyton dan Hall, 2008). Persentase normal berbagai jenis sel darah putih dan jumlah total sel darah putih kira-kira sebagai berikut:

Tabel 4. Konsentrasi berbagai macam sel darah putih dalam darah (Guyton dan Hall, 2008)

No.	Jenis Sel darah putih	Konsentrasi
1.	Neutrofil Polimorfonuklear	62,0%
2.	Eosinofil Polimorfonuklear	2,3%
3.	Basofil Polimorfonuklear	0,4%
4.	Monosit	5,3%
5.	Limfosit	30,0%

Tabel 5. Konsentrasi jenis sel darah putih berdasarkan jenis kelamin (Price, 2014)

No	Parameter	Laki-laki	Perempuan
1.	Neutrofil segmen	1,8-7,7	1,8-7,7
	Rerata	40%-60%	40%-60%
2.	Batang (sel)	0-0,3	0-0,3
	Rerata	0%-3%	0%-3%
3.	Eosinofil (sel-sel x 10 ⁹ /L)	0-0,5	0-0,5
	Rerata	0%-5%	0%-5%
4.	Basofil (sel-sel x 10 ⁹ /L)	0-0,2	0-0,2

	Rerata	0%-2%	0%-2%
5.	Limfosit (sel-sel x $10^9/L$)	1,0-4,8	1,0-4,8
	Rerata	20%-45%	20%-45%
6.	Monosit (sel-sel x $10^9/L$)	0-0,8	0-0,8
	Rerata	2%-6%	2%-6%

Sel darah putih, disebut juga leukosit bersirkulasi di dalam darah dan sistem limpatik yang membantu melindungi tubuh melawan infeksi. Sel darah putih berkembang dari sel prekursor yang diproduksi di sumsum tulang. Sel darah putih dibagi menjadi 2 kelompok besar yaitu kelompok granula dan agranula (Lab test online, 2015). Berikut perbedaan jenis sel darah putih:

- 1) Granulosit merupakan sel darah putih yang memiliki granula pada sitoplasma. Granula tersebut mengandung bahan kimia dan melepaskan substansi yang berkaitan dengan sistem imun (Lab test online, 2015). Terdapat tiga jenis granulosit yaitu:

- a) Neutrofil

Neutrofil merupakan jenis sel darah putih terbanyak dalam sirkulasi. Neutrofil bergerak menuju jaringan yang rusak ataupun terinfeksi, berfungsi sebagai spesialis fagositik. Neutrofil selalu menjadi pertahanan pertama pada infeksi bakteri, oleh karena itu sangat penting dalam respon peradangan. Jumlah Neutrofil dalam sirkulasi darah sebanyak 60-70% (Lab test online, 2015)

- b) Eosinofil

Eusinofil paling sering merespon terhadap infeksi yang disebabkan oleh parasit, bereaksi dalam reaksi alergi, dan mengontrol respon imun dan

inflamasi. Jumlah eosinofil dalam sirkulasi darah sebanyak 1-4% (Lab test online, 2015)

c) Basofil

Basofil adalah jenis sel darah putih yang paling sedikit. Secara struktur dan fungsi, sel ini mirip dengan sel mast. Basofil mensintesis sekaligus menyimpan heparin dan histamin, yaitu bahan kimia poten yang dapat dibebaskan jika terdapat rangsangan yang sesuai. Pelepasan histamin, sering terjadi pada reaksi alergi, sementara heparin mencegah pembekuan sampel darah yang diambil untuk analisis klinis. Jumlah basofil dalam sirkulasi darah sebanyak 0,25-0,4% (Sherwood, 2014).

2) Agranulosit merupakan sel darah putih yang tidak memiliki granula pada sitoplasma. Terdapat dua jenis agranulosit yaitu:

a) Limfosit

Limfosit terdapat di dalam darah maupun sistem limfatik. Terdapat tiga jenis limfosit, yaitu limfosit B, limfosit T dan Sel pembunuh alami. Limfosit B menghasilkan antibodi yang beredar dalam darah dan bertanggung jawab dalam imunitas humoral, sebagai perusak bakteri, virus dan antigen luar lainnya. Limfosit T tidak memproduksi antibodi, sel ini secara langsung menghancurkan sasaran spesifiknya. Sementara itu sel pembunuh alami, menyerang dan membunuh sel abnormal seperti sel kanker atau sel yang terinfeksi virus. Masa hidup limfosit sekitar 100 sampai 300 hari. Jumlah limfosit dalam sirkulasi darah sebanyak 25-33% (Sherwood, 2014).

b) Monosit

Sel darah putih jenis ini sama seperti neutrofil. Bergerak menuju daerah

yang terinfeksi untuk menghancurkan bakteri, dan menjadi fagosit profesional. Sel ini beredar hanya satu atau dua hari sebelum menetap di berbagai jaringan di seluruh tubuh. Setelah sampai di jaringan, sel ini berubah menjadi fagosit jaringan besar yang disebut makrofag. Biasanya makrofag dapat bertahan bulanan hingga tahunan kecuali jika sel ini hancur lebih dahulu ketika menjalankan tugas fagositiknya. Jumlah monosit dalam sirkulasi darah sebanyak 2-6% (Sherwood, 2014).

f. Faktor-faktor yang mempengaruhi sel darah putih (leukosit)

Leukosit dalam darah biasanya bervariasi tergantung berdasarkan kebutuhan tubuh, namun perubahan ini biasanya terkontrol. Terdapat Kelainan yang terjadi dalam proses produksi leukosit yang berada diluar kendali, yaitu sel darah putih yang dihasilkan mungkin terlalu sedikit atau terlalu banyak. Sumsum tulang dapat sangat memperlambat atau bahkan menghentikan produksi sel darah putih jika terpajan bahan kimia toksis tertentu (misalnya karbon monoksida, plumbum, benzena dan sebagainya) atau radiasi yang berlebihan. Konsekuensi paling serius adalah penurunan fungsi fagosit pada neutrofil dan makrofag yang sangat menurunkan kemampuan pertahanan tubuh terhadap mikroorganisme yang masuk. Jika sumsum tulang mengalami kegagalan, maka satu-satunya pertahanan yang masih tersedia adalah kemampuan imun limfosit yang diproduksi organ-organ limfoid (Sherwood, 2014).

Beberapa kondisi yang mempengaruhi perubahan hitung jenis leukosit antara lain

- a) Kehilangan darah seperti pada trauma berat
- b) Defisiensi nutrisi

- c) Kerusakan sumsum tulang yang diakibatkan oleh racun, radiasi atau kemoterapi, infeksi maupun obat-obatan.
 - d) Penyakit sumsum tulang seperti anemia aplastik, dan sindrom myelodisplastik.
 - e) Terdapatnya sel-sel kanker seperti seperti leukimia, limfoma, multipel myeloma, atau kanker lain yang menyerang sumsum tulang.
 - f) Penyakit Inflamasi kronik
 - g) Stress
 - h) Infeksi
 - i) Kelainan genetik seperti perubahan kromosom pada kejadian leukemia
- (Robbins, 2013; Price, 2014; Lab test online, 2015; Sherwood, 2014)

g. Kelainan sel darah putih (leukosit)

Tabel 6. Kelainan jenis sel darah putih (Lab test online, 2015)

No	Jenis Sel darah Putih	Yang menyebabkan nilai tinggi	Yang menyebabkan nilai rendah
1.	Neutrofil	<ul style="list-style-type: none"> • Infeksi bakteri akut dan beberapa infeksi yang disebabkan oleh virus dan jamur. • Inflamasi (rheumatoid arthritis) • Kematian jaringan (nekrosis) disebabkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Sindrom Mielodisplasia • Infeksi parah (sepsis-neutrofil) • Reaksi terhadap obat (penicillin, ibuprofen, phenytoin) • Gangguan autoimun • Kemoterapi

		<p>karena trauma, operasi bedah mayor, serangan jantung, terbakar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fisiologis (stress) • Merokok • Kehamilan, trimester akhir. • leukemia kronik (myelogenous leukemia) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kanker yang menyebar ke sumsum tulang • Anemia Aplastik
2.	Limfosit	<p>Limfositosis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infeksi virus akut (hepatitis, cytomegalovirus (CMV), Epstein-Barr virus (EBV), herpes, rubella) • Infeksi bakteri tertentu (pertussis, tuberculosis (TB)) • Leukemia Limfositik • Limfoma 	<p>Limfopenia atau Limfositopenia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gangguan Autoimun (lupus, rheumatoid arthritis) • Infeksi (HIV, TB, hepatitis, influenza) • Kerusakan sumsum tulang (kemoterapi, radioterapi) • Kekurangan imun
3.	Monosit	<p>Monositosis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infeksi kronik (tuberculosis, infeksi jamur) • Infeksi jantung (bacterial endocarditis) • Scleroderma vasculitis • Leukemia monositik • Leukemia mielomonositik kronik 	<p>Monositopenia</p> <p>Biasanya, 1 kali test tidak berarti secara signifikan</p> <p>Tes yang berulang mengindikasikan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kerusakan sumsum tulang • Leukemia Sel Rambut

		<ul style="list-style-type: none"> Leukemia mielomonositik juvenile 	
4.	Eosinofil	Eosinofilia	Eosinopenia
		<ul style="list-style-type: none"> Asthma, demam tinggi Reaksi obat Inflamasi pada kulit (Eksim, dermatitis) Infeksi Parasit Gangguan inflamasi Keganasan/kanker 	Biasanya susah ditentukan dikarenakan secara normal, jumlahnya rendah didalam darah.
5.	Basofil	Basofilia	Basopenia
		<ul style="list-style-type: none"> Reaksi alergik yang jarang (alergi makanan) Inflamasi (rheumatoid arthritis) 	bersama eosinofil, secara normal jumlahnya rendah didalam darah.

Lanjutan...

h. Pemeriksaan hitung jenis leukosit

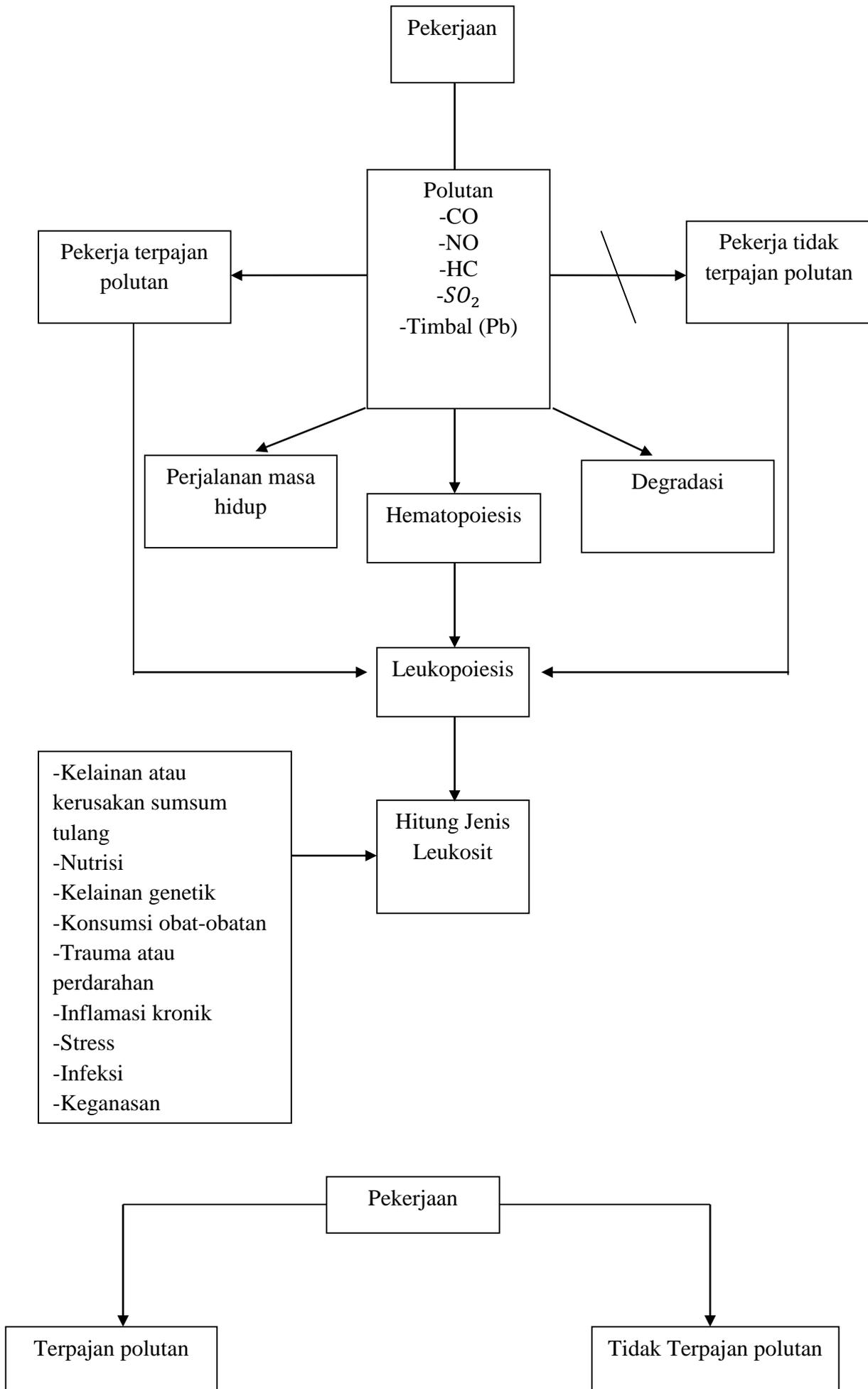
Pemeriksaan hitung jenis leukosit umumnya digunakan untuk mendeteksi keabnormalan masing-masing jenis leukosit. Pemeriksaan hitung jenis leukosit biasanya diikuti dengan pemeriksaan hitung jumlah atau termasuk bagian dari pemeriksaan *complete blood count* (CBC). Tes ini dapat digunakan untuk skrining, diagnosis, atau untuk memonitor kondisi dan penyakit yang menyerang sel darah putih atau dapat juga untuk memantau hitung jenis leukosit (Lab test online, 2015).

Ketika ada infeksi atau proses inflamasi di suatu tempat di tubuh, sumsum tulang memproduksi lebih leukosit dan melepaskannya ke dalam darah.

Tergantung pada penyebab infeksi atau peradangan, salah satu jenis tertentu dari sel darah putih dapat meningkat. Namun setelah penyebab infeksi atau peradangan dapat teratasi, produksi jenis sel darah putih ini turun kembali ke nilai normal (Lab test online, 2015).

Jika hasilnya menunjukkan masalah, berbagai tes lainnya dapat dilakukan untuk membantu menentukan penyebabnya. Sebuah penyedia layanan kesehatan biasanya akan mempertimbangkan tanda-tanda individu dan gejala, riwayat medis, dan hasil pemeriksaan fisik untuk memutuskan apakah ada tes lain yang mungkin diperlukan. Misalnya, jika diperlukan, biopsi sumsum tulang akan dilakukan untuk mengevaluasi status sumsum tulang (Lab test online, 2015).

B. Kerangka Teori



D. Hipotesis

H_0 : Tidak terdapat perbedaan hitung jenis leukosit antara pekerja terpajan polutan dengan pekerja tidak terpajan polutan.

H_1 : Terdapat perbedaan hitung jenis leukosit antara pekerja terpajan polutan dengan pekerja tidak terpajan polutan.