**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Konsep Polutan Udara**

**2.1.1 Pengertian Udara dan Polutan**

Udara merupakan satu dari sekian unsur alam utama bagi makhluk hidup yang ada di mukabumi terutama manusia. Tanpa udara yang bersih maka manusia akan banyak mengalami gangguan terlebih pada kesehatannya yang pada akhirnya dapat menyebabkan kematian. Udara dikatakan tidak normal dan dapat mendukung kematian pada manusia apabila komposisinya kurang baik serta dapat menimbukan gangguan serta perubahan komposisi, maka dikatakan udara sudah tercemar/ terpolusi (Zainul Arifin & Sukoco, 2009).

Masalah pencemaran udara sudah menjadi masalah mendunia yang mana semua makhluk hidup telah merasakan dampaknya. Berbagai macam aktifitas manusia seperti kegiatan transportasi, industri, rumahtangga dan pembakaran sampah menjadi penyebab terhadap peningkatan pencemaran yang ada diudara. Transportasi memberikan kontribusi yang paling besar terhadap penyebab polusi udara, terutama dari kendaraan yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar. Khususnya di Indonesia, jenis kendaraan bermotor dan menggunakan bahan bakar bensin. Semakin bertambahnya jumlah kendaraan bermotor yang dipergunakan dijalan raya, maka gas buang yang dikeluarkan semakin meningkat. Hal ini menyebabkan susunan udara mengalami perubahan susunan dari keadaan normal dan kemudian mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan (Zainul Arifin & Sukoco, 2009).

Berbagai polutan yang berasal dari gasbuang kendaraan bermotor antara lain CO, HC, NO2, SO2, Pb dan beberapa partikular debu. Gas CO dan HCX memiliki presentase konsentrasi yang relatif besar dalam setiap emisi gas buang kendaraan bermotor yang berbahan dasar bensin. Co merupakan hasil utama pembakaran bensin dari proses yang tidak sempurna, sedangkan hc merupakan emisi yang timbul akibat pembakaran yang sebenarnya belum terbakar namun sudah ikut keluar bersama gas. Kedua gas tersebut merupakan zat gas yang berbahaya bagi tubuh karena keduanya bisa menyebabkan hal fatal yaitu kematian apabila berada berlebihan diatas batas baku mutu.

Sekarang ini pembicaraan tentang polusi udara sudah sering didengar, baik dikalangan intelektualmaupun kaum awam. Permasalahan yang timbul akibat polusi udara menjadi berita global saat ini, yangmana setiap orang mengalami dampaknya. Polusi udara dapat diartikan sebagai masuknya zat-zat pencemar diudara yang mengakibatkan rusaknya fungsi udara (Zainul Arifin & Sukoco, 2009).

Pencemaran udara diartikan sebagai kolonisasi zat-zat asing yang ada diudara dalam jumlah tertentu dan dalam waktu yang cukup lama yang menyebabkan perubahan komposisi udara pada dari keadaan normal. Kehadiran zat asing yang ada diudara dapat menyebabkan terganggunya kehidupan makhluk hidup disekitarnya seperti manusia, hewan dan tumbuhan. Pencemaran yang terjadi udara pada umumnya menyebabkan banyaknya perubahan fungsi udara (Zainul Arifin & Sukoco, 2009).

**2.1.2 Sumber Polutan**

Sumber Pencemar udara yang berasal dari sumbernya dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu:

1. Alamiah

Zat pencemar yang terbentuk secara alamiah dapat berasal dari dalam tanah, hutan, pegunungan (Radon, methane, uap air/kelembapan).

1. Aktivitas manusia
2. Pencemaran akibat lalu lintas: CO2, debu karbon, Pb, NO.
3. Pencemaran industri: NO2, SO3, Ozone, Pb, VOC.
4. Rumah tangga: pembakaran.

(Santoso, I. 2015).

**2.1.3 Jenis Zat Polutan**

1. Polutan udara primer

Suatu bahan kimia yang ditambahkan langsung ke udara yang menyebabkan konsentrasinya meningkat dan membahayakan. Hal ini dapat berupa komponen udara alamiah, contoh: CO2 yang meningkat diatas konsentrasi normal, atau sesuatu yang tidak biasanya terdapat di udara seperti Pb.

1. Polutan udara sekunder

Senyawa kimia berbahaya yang timbul dari hasil reaksi antara polutan primer dengan komponen udara alamiah. Contoh: SO2, NO3. (Santoso, I. 2015).

**2.1.4 Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan Manusia**

Polutan-polutan beresiko terhadap kesehatan manusia. Efek kesehatan terhadap manusia dipengaruhi oleh intensitas dan lamanya keterpajanan, selain itu juga dipengaruhi oleh status kesehatan penduduk yang terpajan. Beberapa penelitian mengatakan bahwa tingkat polutan yang tinggi cukup berbahaya bagi anak-anak, orang yang telah lanjut usia, penduduk miskin ynag biasanya tinggal di daerah yang polusinya cukup tinggi dan bagi penderita penyakit jantung dan saluran pernapasan.

Akan tetapi tidaklah mudah untuk menghubungkan antara polutan dengan terjadinya suatu penyakitatau terjadinya kematian. Hal ini disebabkan faktor-faktor sebagai berikut:

* + - 1. Jumlah dan keanekaragaman zat pencemar.
      2. Kesulitan dalam mendeteksi zat pencemar yang membahayakan pada konsentrasi rendah.
      3. Interaksi sinergistik, antara zat-zat pencemar.
      4. Kesulitan dalam mengisolasi factor-faktor tunggal, bilamana masyarakat terpajan terhadap sejumlah besar zat/senyawa kimia selama bertahun-tahun.
      5. Catatan penyakit dan kematian yang tidak lengkap dan kurang dapat dipercaya
      6. Penyebab jamak dan panjangnya masa inkubasi dari penyakit-penyakit.
      7. Masalah dalam ekstrapolasi hasil percobaan laboratorium binatang ke manusia.

Zat yang bisa menimbulkan ketidak selarasan tubuh diantaranya CO dan HC, dimana CO apabila dihirup ke paru-paru akan masuk ke peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen kedalam darah. Sedangkan zat gas HC yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pernafasan juga dapat menyebabkan kanker serta menimbulkan kabut asap yang menyebabkan iritasi dan radang tenggorokan (Zainul Arifin & Sukoco, 2009).

Karbon monoksida (CO) dan hemoglobin dibawa oleh oksigen masukke dalam sel darah merah. Karbon monoksida mengganggu kesehatan manusia ketika bereaksi dengan hemoglobin di sel darah merah, kira-kira 220 kali lebih cepat disbanding dengan oksigen yang dihirup. Akan tetapi hal itu dipengaruhi oleh banyaknyahemoglobin dalam darah, dan kuatnya jantung memompa untuk mensuplai oksigen. Jika karbonmonoksida terhirup dapat mengakibatkan hal-hal sebagai berikut:

1. Gangguan keseimbangan, refleksi, sakit kepala ringan, dan kelelahan dengan keterpajanan CO selama 1 jam atau lebih dengan konsentrasi 50-100 ppm.
2. Menyebabkan sakit kepala yang cukup berat, pusing, coma, kerusakan sel otak, dengan keterpajanan selama 2 jam dan konsentrasi CO sebesar 250 ppm.
3. Keterpajanan CO selama 1 jam dengan konsentrasi 750 ppm menyebabkan kehilangan kesadaran, keterpajanan 3-4 jam akan menyebabkan kematian (Santoso, I. 2015).

**2.1.5 Tingkat resiko minimal (MLRs) paparan polutan**

Tingkat resiko minimal (MLRs) ialah perkiraan paparan yang terpajan pada manusia sehari-hari terhadap zat gas berbahaya dimana memiliki efeksamping yang merugikan selama durasi pajanan tertentu. MLRs digunakan dalam bahan yang berbahaya dengan jumlah tingkat efek yang tidak diamati serta pendekatan faktor yang belum pasti. Bahan yang mempunyai tingkatan zat lebih rendah bisa menyebabkan efek yang merugikan bagi orang yang sensitif terhadap orang yang alergi terhadap bahan kimia apalagi MLRs yang mempunyai dampak lebih besar terhadap manusia. MLRs mempunyai tiga klasifikasi yaitu paaparan akut sejumlah (1-14 hari), intermediete (15-364 hari), dan kronis (lebih dari 364 hari) untuk jalur paparan melalui ingesti dan inhalasi (ATSDR,2007).

**2.2 Konsep Benzena**

**2.2.1 Benzena**

Benzena memiliki nama lain *benzol, cyclohexatriene, phenyl hydryde*, dan *coal tar naphtha*. Merupakan komponen alami dari minyak mentah dan minyak bumi halus. Penurunan wajib alkil timah dalam bensin telah mengakibatkan peningkatan kandungan hidrokarbon aromatik bensin sebagai pertahanan kadar oktan tinggi dan sifat antiknock. Di Amerika Serikat, bensin biasanya mengandung benzena kurang dari 2% menurut volume, namun di negara lain konsentrasi benzena setinggi 5%. Karena sifat lipofiliknya, benzena merupakan pelarut yang sangat baik. Penggunaannya di cat, thinner, tinta, perekat, dan karet, bagaimanapun, menurun dan sekarang menyumbang kurang dari 2% produksi benzena saat ini. Benzene juga merupakan komponen penting dari banyak formulasi pembersihan dan peremajaan industri, namun sekarang sebagian besar telah diganti oleh toluena, pelarut terklorinasi, atau roh mineral. Meskipun benzena tidak lagi ditambahkan dalam jumlah yang signifikan ke sebagian besar produk komersial, jejaknya mungkin masih ada sebagai kontaminan (ATSDR, 2006).

Benzene tersebar luas di lingkungan, pada udara dingin biasanya diproduksi oleh proses yang terkait dengan pembuatan bahan kimia atau industri bensin, termasuk didalamnya fasilitas pemuatan bensin dan pemuatan bensin dan mesin pembakaran (misalkan, mobil, mesin pemotong rumput, dan blower salju). Benzene merupakan komponen polusi udara baik indoor maupun outdoor dimana tingkat benzena yang diukur di udara luar ambien memiliki rata-rata global 6 mikrogram per meter kubik (μg / m3) (kisaran 2-9 μg / m3). Di hampir semua kasus, tingkat benzena di dalam tempat tinggal atau kantor lebih tinggi daripada tingkat di luar dan masih lebih tinggi di rumah dengan garasi terpasang dan yang ditempati oleh perokok. Variasi musiman juga mempengaruhi kadar benzene, dengan tingkat yang lebih tinggi ditemukan pada musim gugur dan musim dingin saat bangunan kurang berventilasi (ATSDR, 2006).

**2.2.2 Sumber Benzena**

Benzene (C6H6) adalah anggota pertama dari serangkaian hidrokarbon aromatik yang dipulihkan dari aliran kilang selama reformasi katalitik dan proses perminyakan lainnya. Ini adalah cairan yang bening, tidak berwarna dan sangat mudah terbakar pada suhu kamar. Uapnya lebih berat daripada udara dan bisa smenuju ke sumber penyalaan dan berkedip kembali. Ini memiliki bau aromatik yang menyenangkan yang terdeteksi pada konsentrasi 1,5 sampai 4,7 bagian per juta (ppm). (Tingkat pemaparan yang diperbolehkan di tempat kerja [PEL] adalah 1 ppm). Sinonim umum untuk benzena meliputi benzol, sikloheksatriena, fenil hidrida, dan naftha batubara. Benzene adalah salah satu bahan kimia utama di dunia. Penggunaan utamanya (85% dari produksi) adalah sebagai perantara produksi bahan kimia lain, terutama stirena (untuk styrofoam dan plastik lainnya), kumena (untuk berbagai resin), dan sikloheksana (untuk nilon dan serat sintetis lainnya). Benzene adalah bahan baku penting untuk pembuatan karet sintetis, gusi, pelumas, pewarna, obat-obatan, dan bahan kimia pertanian (ATSDR, 2006).

Benzene adalah komponen alami dari minyak mentah dan minyak bumi halus. Penurunan wajib alkil timah dalam bensin telah menyebabkan peningkatan kandungan hidrokarbon aromatik bensin untuk mempertahankan kadar oktan tinggi dan sifat antiknock. Di Amerika Serikat, bensin biasanya mengandung benzena kurang dari 2% menurut volume, namun di negara lain konsentrasi benzena setinggi 5%. Karena sifat lipofiliknya, benzena merupakan pelarut yang sangat baik. Penggunaannya di cat, thinner, tinta, perekat, dan karet, bagaimanapun, menurun dan sekarang menyumbang kurang dari 2% produksi benzena saat ini. Benzene juga merupakan komponen penting dari banyak formulasi pembersihan dan peremajaan industri, namun sekarang sebagian besar telah diganti oleh toluena, pelarut terklorinasi, atau roh mineral. Meskipun benzena tidak lagi ditambahkan dalam jumlah yang signifikan ke sebagian besar produk komersial, jejaknya mungkin masih ada sebagai kontaminan (ATSDR, 2006).

Pillay (2013) menyebutkan bahwa benzena adalah unsur alami dari minyak tanah. Namun, sumber utama benzena adalah pemformatan dari katalitik; dalam proses pemformatan itu kaftan dan parafin diubah menjadi hidrokarbon aromatik. Kemudian hasil ekstraksi pelarut diguakan untuk memperoleh kembali benzena. Benzena juga dapat diperoleh dari tar batubara yang dihasilkan dari proses hidrotimetilasi *toluene* dibawah kondisi katalik atau termal. Pada umumnya sebagian besar benzena berasal dari industri perminyakan. Selain itu asam rokok juga termasuk mengandung zat benzena.

**2.2.3 Jalur Paparan Benzena**

Setiap manusia pasti pernah terpapar oleh zat benzena meskipun sedikit, baik itu saat berada di dalam maupun diluar rumah. Pada umumnya dikatakan terpapar paparan benzena ketika manusia menghirup udara yang mengandung benzena. Hasil masalah biologis benzena cepat dan mudah diserap oleh inhalasi daripada paparan benzena melalui ingesti dan kontak kulit (ATSDR,2007).

a. Inhalasi

Pada manusia besar paparan benzena terjadi melalui jalur inhalasi, sekitar 50% benzena terhirup diserap setelah terpapar 4 jam sekitar sekitar 50 ppm benzena di udara. Ambang bau benzena yang berbahaya (1,5- 5 ppm). Uap benzena lebih berat daripada udara dan dapat menyebabkan sesak napas diruang tertutup, tidak berventilasi dan berada di dataran rendah (ATSDR, 2007).

b. Ingesti

Efek toksik akut benzena didapatkan melalui jalur ingesti. Benzena dapat masuk melalui air minum, makanan dan sayuran. Sensasi rasa terbakar pada membran mukosa bibir, esofagus, dan lambung dapat dirasakan setelah menelan benzena. Dampak lainnya adalah mual muntah dan sakit perut (ATSDR, 2007).

c. Kulit/Mata

Cipratan benzena yang masuk ke mata dapat menyebabkan kornea mata terluka. Penyerapan melalui kulit cepat tapi tidak meluas, karena sebagian besar menguap cepat. Namun kontak langsung kulit denga benzena dalam waktu lama dan berulang dapat membuat kulit menipis, retak dan mengelupas (ATSDR, 2007).

**2.2.4 Standart dan Regulasi Benzena di Tempat Kerja**

OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*), lembaga dari PEL (*Permissible Eksposure Limit*) menetapkan banyaknya paparan benzena pada 8 jam waktu kerja (TWA) sebesar 1 ppm, dan pada pajanan singkat 15 menit (STEL) sebesar 5 ppm. Penetapan ini berdasarkan penelitian yang menunjukkan bukti kuat dari resiko kesehatan untuk pekerja yang terpapar oleh benzena. *American Conference of Govermental Industrial Hygienists* (ACGIH) menentukan banyaknya paparan benzena pada 8 jam waktu kerja (TWA) adalah sebesar 2,5 ppm. Sementara itu, *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) menetapkan banyaknya paparan untuk 10 jam adalah 0,1 ppm waktu kerja (TWA) dan 1 ppm untuk 15 menit (STEL) pada pajanan singkat (ATSDR, 2006).

TWA (*time-wighted average*) merupakan rata-rata konsentrasi paparan yang diijinkan selama jam kerja normal yaitu 8 jam per hari atau 40 jam per minggu. STEL (*short-term exposure limit)* adalah konsentrasi maksimum untuk pekerja terpapar hingga 15 menit dalam sehari secara terus menerus. STEL tidak boleh lebih dari 4 kali dalam sehari, dan harus ada jarak setidaknya 60 menit antar periode paparan (ATSDR, 2007).

**2.2.5 Dampak PaparanBenzenaTerhadap Kesehatan**

Benzena sering ditemukan dilingkungan sekitar. Proses industri merupakan penyebab utama benzena ditemukan pada lingkungan. Paparan benzena di udara dapat meningkat dengan adanya emisi gas buang kendaraan bermotor, pembakaran batubara, serta penguapan bensin yang berada di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). Beberapa faktor yang menentukan efek paparan benzena terhadap kesehatan pada manusia, diantaranya tingkat konsentrasi dn lama paparan benzena (ATSDR, 2006).

Sebuah studi in vivo pada sukarelawan manusia menunjukkan bahwa sekitar 0,05% dosis benzena yang diterapkan pada kulit diserap, sedangkan dalam penelitian in vitro kulit manusia, penyerapan benzena secara konsisten 0,2% setelah terpapar dosis mulai dari 0,01 sampai 520 mikroliter per sentimeter persegi. Penyerapan lisan belum pernah dipelajari pada manusia.

Setelah terpapar, benzena ditemukan di seluruh tubuh, tapi secara istimewa menyebar ke sumsum tulang dan jaringan dengan tingkat perfusi tinggi atau kadar lipid tinggi. Dengan demikian, otopsi orang-orang yang meninggal setelah paparan akut menunjukkan bahwa jaringan kaya lipid, seperti otak dan lemak, dan jaringan yang baik, seperti ginjal dan hati, memiliki kadar benzena lebih tinggi daripada jaringan lainnya.

Setelah diserap, benzena awalnya dimetabolisme di hati dan kemudian di sumsum tulang. Meskipun jumlah total metabolit lebih besar dalam darah daripada sumsum, konsentrasi metabolit di sumsum bisa 400 kali lebih besar daripada darah. Metabolisme benzena di hati melibatkan oksidasi, dengan fenol sebagai metabolit utama. Produk metabolik lebih lanjut terbentuk di hati dan di sumsum tulang oleh penambahan enzimatis gugus hidroksil ke cincin benzena. Metabolit tersebut meliputi hydroquinone, catechol, dan 1,2,4-trihydroxybenzene, yang selanjutnya terkonjugasi dan diekskresikan dalam urin. Metabolisme hidroksilasi ini dapat dioksidasi lebih lanjut ke kuinon atau semiquinon yang sesuai. Oksida Benzena juga dapat dimetabolisme melalui konjugasi glutathione untuk membentuk asam S-fenil mercapturic. Selain itu, ekskresi urin sejumlah kecil asam mukonat, asam dikarboksilat rantai lurus, menunjukkan bahwa cincin benzen juga terbuka selama metabolisme

Sumsum tulang adalah organ target utama toksisitas benzena kronis. Satu atau lebih metabolit benzena diduga bertanggung jawab atas toksisitas hematogen, walaupun identitas toksisitas utama tidak diketahui. Dalam sumsum, metabolit dapat mengikat secara kovalen ke makromolekul seluler (misalnya, protein, DNA, dan RNA), yang menyebabkan terganggunya pertumbuhan sel dan replikasi.

Sekitar 17% benzena terserap diekskresikan tidak berubah melalui paru-paru setelah terpapar 4 jam sampai 52 sampai 62 ppm benzena. Penghapusan pernapasan bersifat triphasic, dengan perkiraan waktu paruh 1, 3, dan lebih dari 15 jam. Ekskresi urin konjugat fenol adalah biphasik, dengan umur paruh 5,7 dan 28 jam. Sekitar 33% benzena terserap diekskresikan dalam urin, terutama sebagai konjugat fenol, asam mukonat, dan S-fenil-N-asetil sistein (ATSDR, 2007)..

Lan *et al*., (2004) menyebutkan jika paparan benzena lainnya juga berefek lain pada berbagai organ yang ada dalam tubuh manusia misalnya; mempengaruhi kerja sistem saraf pusat, endokrin, dan imun. Beberapa penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa benzena sebagai faktor tambahan leukimia.

a. Dampak Akut Benzena

Paparan singkat benzena dalam waktu 5-10 menit dengan konsentrasi benzena sebesar 10.000-20.000 ppm dapat mengakibatkan kematian. Pada paparan akut benzena selama 1-14 hari melalui inhalasi dengan tingkat konsentrasi benzena yang lebih rendah dapat menimbulkan gejala vertigo, telinga berdengung, muntah, kejang, sesak napas, aritmia, kejang, koma hingga kematian. Pada paparan melalui jalur ingesti menimbulkan gejala rasa terbakar di mulut dan tenggorokan, sakit perut, peningkatan denyut nadi, munth dan tekanan darah rendah.sedangkan paparan benzena melalui kulit akan menimbulkan gejala iritasi pada kulit, eritma, rasa terbakar pada permukaan kulit yang terpapar benzena, dan oedema. (Pillay, 2013).

b. Dampak Kronis Benzena

Benzena diklasifikasikan sebagai zat karsinogenik pada manusia oleh berbagai organisasi dunia. Hubungan antara lama paparan benzena dengan gejala gangguan pada fungsi hematologi telah diketahui sejak puluhan tahun yang lalu.npaparan benzena yang sudah mencapai paparan kronis (1 tahun atau lebih) akan menimbulkan kerusakan pada sumsum tulang sehingga dapat mengakibatkan terganggunya pembentukan sel-sel darah dan sistem imun. Terganggunya sel-sel darah dapat menyebabkan terjadinya anemia aplastik , *acute myeloblastic leukimia* (AML), anemia hemolitik, dan pansitopenia. Dampak kronis dari paparan benzena lainnya adalah kelelahan, anoreksia, diabetes militus yang tergantug oleh insulin, dan dapat mengakibatkan berat badan rendah pada bayi yang lahir pada wanita hamil yang terpapar benzena dalam waktu yang lama (Pillay, 2013).

c. Dampak Benzena terhadap MCV(*Mean Corpuscular Volume*)

Paparan berkepanjangan dari benzena menimbulkan berbagai efek pada tubuh manusia, terutama paparan menahun yang ada pada benzena dapat menimbulkan kerusakan yang sangat parah terdapat susum tulang dan menimbulkan anemia aplastik (kelainan darah yang terjadi ketika sumsum tulang belakang berhenti memproduksi sel darah baru,baik itu sel darah merah, sel darah putih maupun trombosit), paparan terhadap benzena juga dikaitkan dengan leukimia.(WHO 2000, Monica Ed 2004)

**2.3 Konsep Mean Corpuscular Volume (MCV)**

Mean corpuscular volume (MCV) adalah suatu pemeriksaan darah yang menunjukkan suatu volume rata-rata satu sel darah merah dibandingkan dengan volume darah merah keseluruhan dalam darah. MCV dapat dihitung dengan cara membagi nilai hematokrit (konsentrasi sel darah merah yang ada dalam darah) dengan jumlah sel keseluruhan dari darah merah (Levandi Mulya, 2014).

**2.3.1 Pengertian MCV**

Mean corpuscular volume (MCV) merupakan volume rata-rata darah merah dalam spesimen. Meningkat atau menurunnya MCV sesuai dengan ukuran sel darah merah rata-rata, yaitu dikatakan rendah jika MCV menunjukkan RBC rata-rata kecil (mikrositik), menunjukkan rata-rata normal MCV yaitu normositik, dan menunjukkan MCV tinggi jika RBC ukuran rata-rata yang besar (makrositik). Rentan referensi untuk MCV ialah 80-96fl /sel darah merah pada orang dewasa, referensi rentan berdasarkan laboratorium individual dan usia pasien (Choladda V. Curry, 2015).

**Tabel 2.1** Identifikasi Jumlah dan Bentuk MCV Dalam Darah

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mikrositik | <80 fL | ukuran RBC rata-rata kecil |
| Normositik | 80 fL-100 fL | ukuran RBC rata-rata normal |
| Makrositik | >100 fL | ukuran RBC rata-rata besar |

Sumber: Pedoman Interpretasi Data Klinik Kementrian Kesehata RI 2011.

**2.3.2 Cara Pengukuran MCV (*Mean Corpuscular Volume*)**

Cara pengukuran MCV (*Mean Corpuscular Volume*) dapat diukur secara langsung dengan menggunakan penganalisis hematologi otomatis atau juga bisa dengan hitungan melalui hematokrit (Hct) dan RBC(*Red Blood Cell*) atau jumlah darah merah dengan cara sebagai berikut:

MCV dalam fL = (Hct [dalam L/L] RBC [dalam x 10 12/L]) X 1000

MCV bersama dengan rerata MCH(*Mean Corpuscular Hemoglobin*)dan rerata MCHC (konsentrasi hemoglobin corpuscular rata-rata merupakan bagian dari indeks eritrosit yang pengukuran dan perhitungan untuk menentukan kosentrasi ukuran kandungan dan hemoglobin (Vejabhuti, 2015).

* + 1. **Kelainan Pada Mean Corpuscular Volume**

Menurut pedoman interpretasi data klinik Kementrian Kesehata RI (2011) *Mean Corpuscular Volume* (MCV) yang juga disebut volume korpuskuler rata-rata adalah indeks untuk menentukan ukuran sel darah merah. MCV (*Mean Corpuscular Volume*) menunjukkan ukuran sel darah tunggal apakah Normositik (ukuran normal 80fL–100fL), Mikrositik (ukuran kecil <80 fL), atau Makrositik (ukuran besar >100 fL).

1. Penyebab umum anemia mikrositik dan hipokromik (penurunan MCV dan KIA) adalah sebagai berikut: anemia defisiensi besi, anemia kronis, thalassemia, anemia sideroblastik.
2. Penyebab umum anemia makrositik (peningkatan MCV) diantranya adalah sebagai berikut: anemia akibat kekurang folat, kekurangan vit B12, memilki penyakit hati, anemia hemolitik, hipotiroidisme, mengkonsumsi asupan alkohol berlebih, menderita anemia aplasik, memiliki sindrom myelodysplastic.

(Vejabhuti, 2015)

**2.3.4 Fungsi *Mean Corpuscular Volume*(MCV)**

Dengan melihat MCV (*Mean Corpuscular Volume*) dapat menentukan besar kecilnya ukuran sel darah merah yangmana pada umumya sel darah merah ditentukan dari pemeriksaan sediaan darah langsung (pemeriksaan darah lengkap) dengan menggunakan mikroskop. Namun, pemeriksaan dengan menggunakan mikroskop sangat bergantung pada kemampuan orang yang menggunakannya. Oleh karena itu pemeriksaan MCV ini dapat membantu mengkonfirmasi hasil yang telah didapatkan dari pemeriksaan darah langsung yang dilakukan melalui mikroskop dengan hasil sebagai berikut, jika:

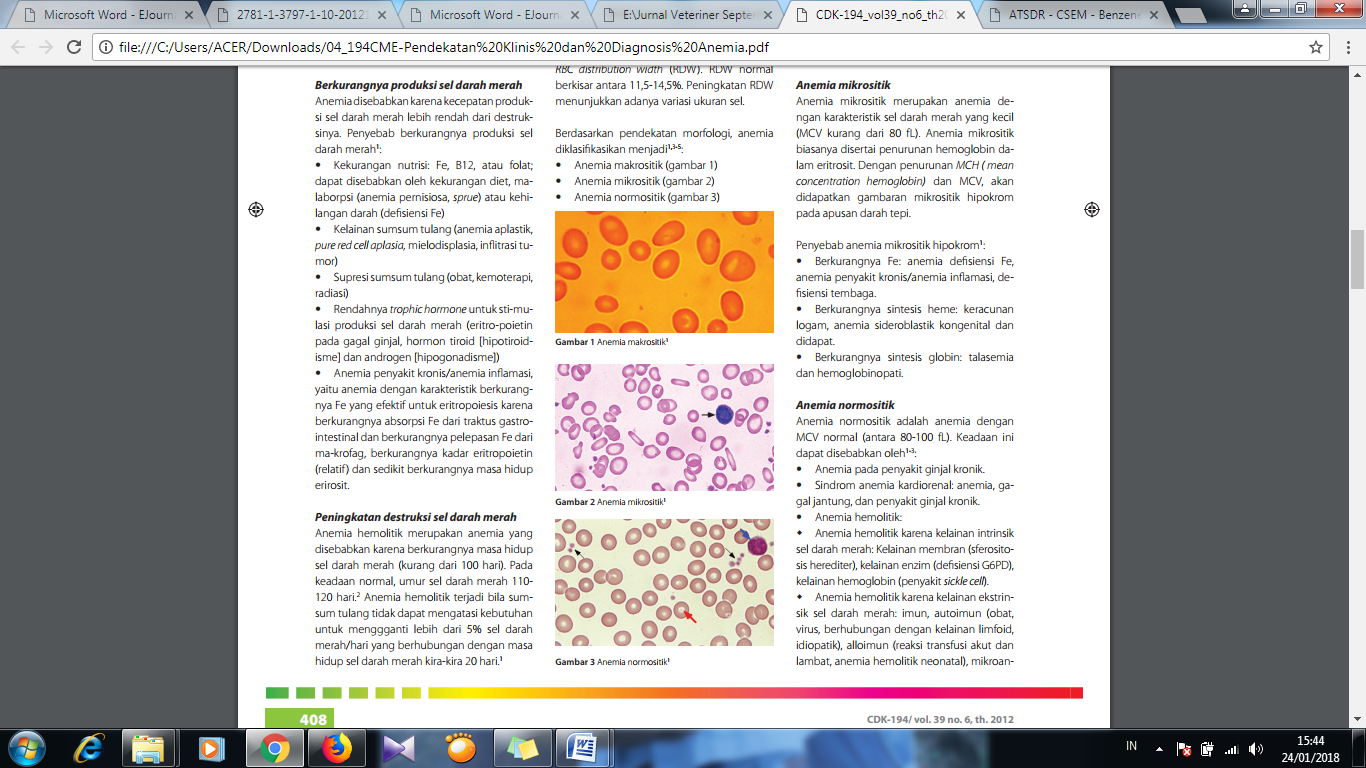
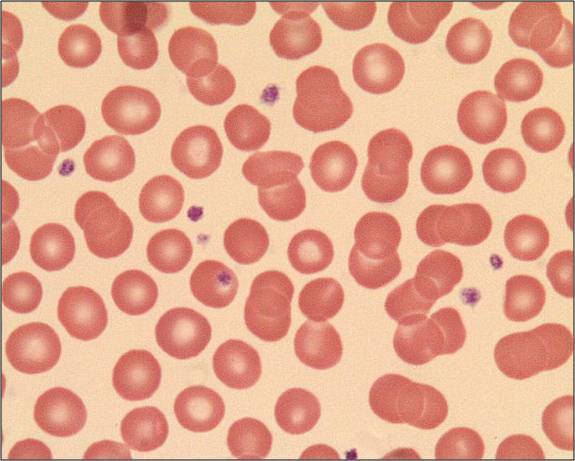
1. Nilai *Mean Corpuscular Volume*(MCV)yang rendah menunjukkan darah merah yang bentuknya mengecil (atau disebut dengan mikrositik).
2. Nilai *Mean Corpuscular Volume*(MCV) dengan ukuran dan jumlah yang normal menunjukan ukurn sel darah merah normal (atau disebut normositik).
3. Sedangkanukuran nilai*Mean Corpuscular Volume*(MCV) yang besar disebut dengan makrolitik dimana sel darah merah membesar dari ukuran normalnya dan jumlahnya melebihi jumlah normal.

Nilai tersebut dapat menentukan nilai kekurangan sel darah merah (anemia) berdasarkan ukuran sel darah merah tersebut. Nilai normal MCV antara 80-96 fL/sel pada darah orang dewasa dan nilai rentan ini bisa saja berbeda tiap pemeriksan pada laboratorium yang berbeda, perbedaan ini turut serta dipengaruhi oleh usia pasien. (Levandi, 2014).

Berkurangnya produksi sel darah merah (anemia) disebabkan karena kecepatan produksi sel darah merah lebih rendah dari destruksinya. Diantara penyebab berkurangnya produksi sel darah merah adalah:

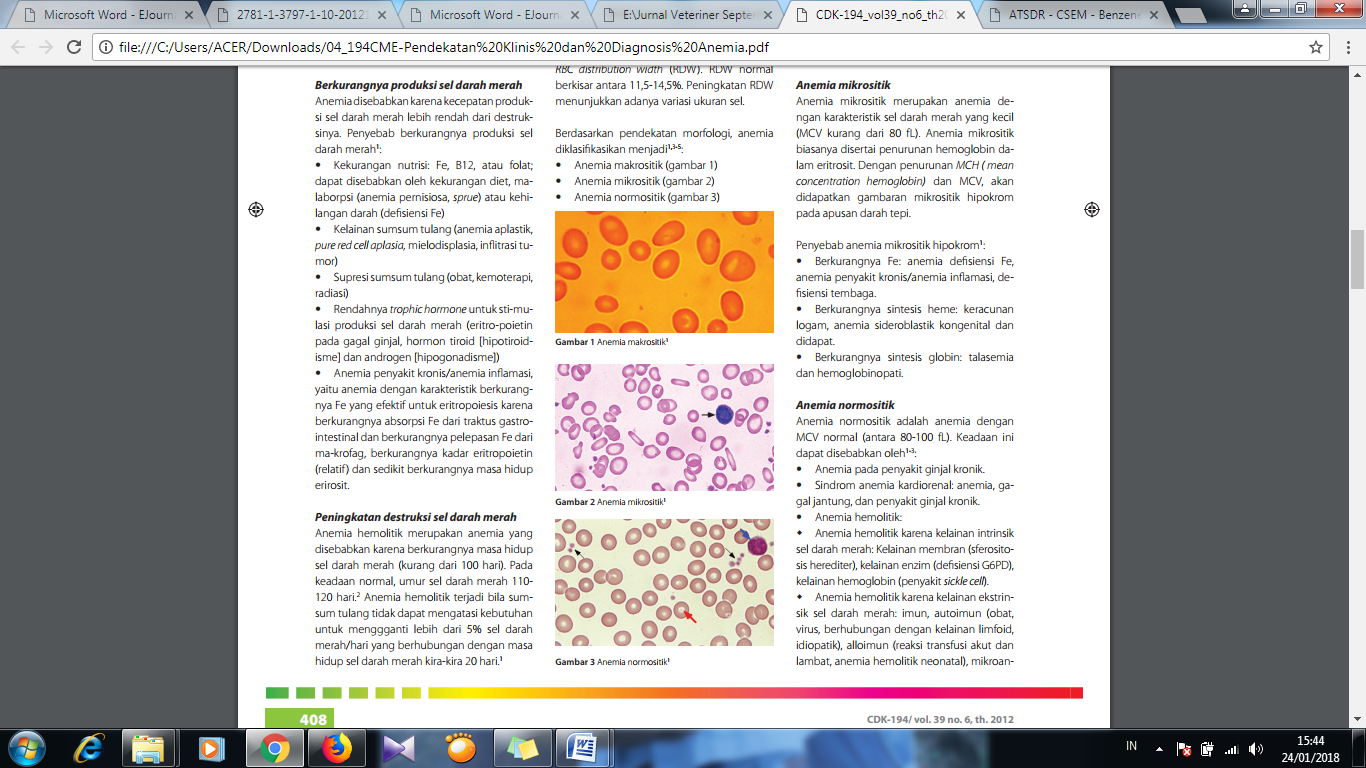
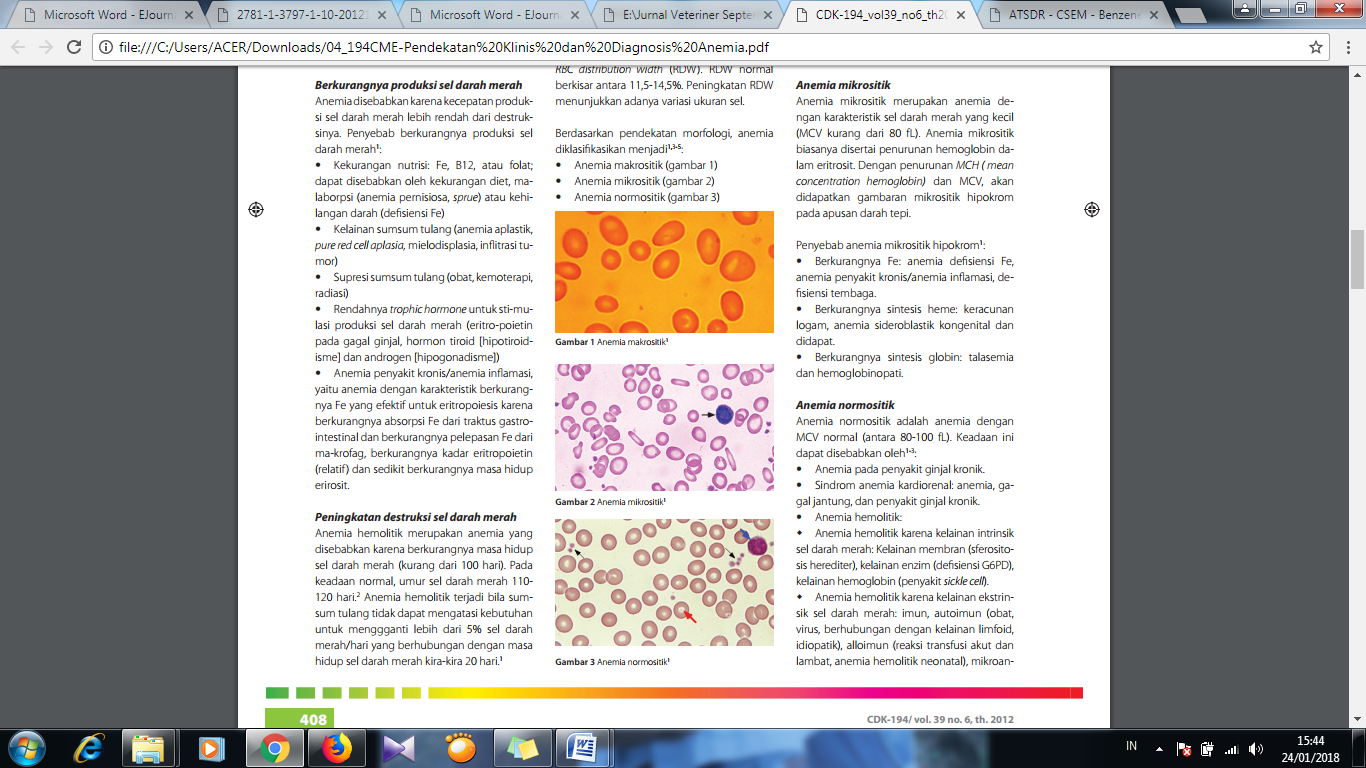
1. Kekurangan nutrisi: Fe, B12, atau folat; dapat disebabkan oleh kekurangan diet, malaborpsi (anemia pernisiosa, sprue) atau kehilangan darah (defi siensi Fe)
2. Kelainan sumsum tulang (anemia aplastik, pure red cell aplasia, mielodisplasia, infl itrasi tumor)
3. Supresi sumsum tulang (obat, kemoterapi, radiasi)
4. Rendahnya trophic hormone untuk sti-mulasi produksi sel darah merah (eritro-poietin pada gagal ginjal, hormon tiroid [hipotiroidisme] dan androgen [hipogonadisme]).
5. Anemia penyakit kronis/anemia inflamasi, merupakan anemia dengan karakteristik berkurangnya Fe yang efektif untuk eritropoiesis karena berkurangnya absorpsi Fe dari traktus gastrointestinal dan berkurangnya pelepasan Fe dari makrofag,kadar eritropoietin (relatif) yang berkurang dan sedikit berkurangnya masa hidup erirosit. Peningkatan destruksi sel darah merah Anemia hemolitik merupakan anemia yang disebabkan karena berkurangnya masa hidup sel darah merah (kurang dari 100 hari). Pada keadaan normal, umur sel darah merah berkisar 110-120 hari. Anemia hemolitik terjadi bila sumsum tulang tidak dapat mengatasi kebutuhan untuk menggganti lebih dari 5% sel darah merah per-hari yang berhubungan dengan masa hidup sel darah merah kurang lebih 20 hari.

Pendekatan morfologi penyebab anemia dapat diklasifi kasikan berdasarkan ukuran sel darah merah pada apusan darah tepi dan parameter automatic cell counter. Sel darah merah normal mempunyai volume 80-96 femtoliter (1 fL = 10-15 liter) dengan diameter kuranglebih 7-8 micron, sama dengan inti limfosit kecil. Sel darah merah yang berukuran lebih besar dari inti limfosit kecil pada apus darah tepi disebut makrositik. Satu sel darah merah yang berukuran lebih kecil dari inti limfosit kecil disebut mikrositik. Automatic cell counter memperkirakan volume sel darah merah dengan sampel jutaan sel darah merah dengan mengeluarkan angka mean corpuscular volume (MCV) dan angka dispersi mean tersebut. Angka dispersi tersebut merupakan koefi sien variasi volume sel darah merah atau RBCs (*Red blood cells*), RDW (*Red Cell Distribution Width*) yang biasa kita sebut sebagai perbedaan atau variasi ukuran (luas) eritrosit, yang mana peningkatan RDW menunjukkan adanya variasi ukuran sel.



B

A



D

C

**Gambar 2.1** (A) merupakan apusan sel darah normal, (B) merupakan apusan sel darah makrositik, (C) merupakan apusan sel darah anemia mikrositik, (D) merupakan apusan sel darah anemia normositik (Amalya Oehadian, 2012; Esti Suryani dkk, 2014)

1. Sel Darah Merah Normal

Eritrosit merupakan salah satu sel darah dengan jumlah sel paling banyak dibandingkan dengan sel darah lainnya. Sel darah matang berbentuk cakram bikonkaf dengan ciri-ciri sebagai berikut:

1. Ukuran: 6 – 9 mm, berdiameter 7-8 mikron dan tebalnya 1-2 mikron
2. Bentuk: bulat pipih pada bagian tengahnya bulat cekung atau bikongkaf
3. Warna sitoplasma: merah jambu atau abu-abu
4. Tidak memiliki inti sel
5. Distribusi dalam darah: > 90 % dari eritrosit normal dalam darah
6. Sel darah merah berjumlah 4-5 juta sel/mm3 darah serta bersifat elastic

Berdasarkan pendekatan morfologi, anemia diklasifi kasikan menjadi3:

1. Anemia Makrositik

Anemia makrositik mempunyai ukuran yang terlihat lebih besar dari anemia lainnya karena pada anemia makrositik, eritrosit yang dihasilkan oleh sumsum tulang tidak matang yang meyebabkan sel darah merah terlihat lebih besar dan gampang pecah.Anemia makrositik merupakan anemia dengan karakteristik MCV di atas 100 fL. Anemia makrositik dapat disebabkan oleh peningkatan retikulosit Peningkatan MCV merupakan karakteristik normal retikulosit. Semua keadaan yang menyebabkan peningkatan retikulosit akan memberikan gambaran peningkat-an MCV. Metabolisme abnormal asam nukleat pada prekursor sel darah merah (merupakan defisiensi folat atau cobalamin, obat-obat yang mengganggu sintesa asam nukleat: zidovudine, hidroksiurea). Gangguan maturasi sel darah merah (sindrom mielodisplasia, leukemia akut). Penggunaan alkohol Penyakit hati Hipotiroidisme. Anemia mikrositik Anemia mikrositik merupakan anemia dengan karakteristik sel darah merah yang kecil (MCV kurang dari 80 fL).

1. Anemia Mikrositik

Anemia mikrositik sering disertai penurunan hemoglobin dalam eritrosit. Dengan penurunan MCH (mean concentration hemoglobin) dan MCV, akan didapatkan gambaran mikrositik hipokrom pada apusan darah tepi.

Penyebab anemia mikrositik hipokromdiantaranya adalah berkurangnya Fe: anemia defi siensi Fe, anemia penyakit kronis/anemia infl amasi, defi siensi tembaga. Berkurangnya sintesis heme: keracunan logam, anemia sideroblastik kongenital dan didapat. Berkurangnya sintesis globin: talasemia dan hemoglobinopati

1. Anemia Normositik

Anemia normositik adalah anemia dengan MCV normal (antara 80-100 fL).

Keadaan ini dapat disebabkan oleh1-3:

1. Anemia pada penyakit ginjal kronik
2. Sindrom anemia kardiorenal: anemia, gagal jantung, dan penyakit ginjal kronik.
3. Anemia hemolitik: Anemia hemolitik karena kelainan intrinsik sel darah merah: Kelainan membran (sferositosis herediter), kelainan enzim, kelainan hemoglobin (penyakit sickle cell). Anemia hemolitik karena kelainan ekstrinsik sel darah merah: imun, autoimun (obat, virus, berhubungan dengan kelainan limfoid, idiopatik), alloimun (reaksi transfusi akut dan lambat, anemia hemolitik neonatal), mikroangiopati (purpura trombositopenia trombotik, sindrom hemolitik uremik), infeksi (malaria), dan zat kimia.
   * 1. **Faktor yang mempengaruhi kadar MCV**

Kadar MCV dalam darah dapat dipengaruhi oleh beberapa fakor berikut ini, diantaranya:

1. Nutrisi

Status nutrisi akan mempengaruhi jumlah kadar MCV dalam darah karena dalam nutrisi mengandung beberapa vitamin yang mengandung antioksidan untuk menjaga MCV tetap dalam batas normal. Status nutrisi dapat ditentukan dengan IMT (Indeks Massa Tubuh) dengan rumus:

IMT = Berat Badan (Kg) : Tinggi Badan (m2)

**Tabel 2.2** Klasifikasi IMT Menurut Depkes RI 2013

|  |  |
| --- | --- |
| **Klasifikasi** | **IMT (kg/m2)** |
| **Kurus** | < 18,5 |
| **Normal** | ≥ 18,5 - < 24,9 |
| **Berat Badan Lebih** | ≥ 25,0 - < 27 |
| **Obesitas** | ≥ 27,0 |

Sumber: Sugiritama, dkk. 2015. *Gambaran IMT (Indeks Massa Tubuh) Kategori Berat Badan lebih dan Obesitas pada Masyarakat Banjar Demulih, Kecamatan Susut, Kabupaten Bangli,* Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, Bali.

1. Konsumsi Alkohol

Alkohol atau yang sering dipakai untuk penyebutan [etanol](https://id.wikipedia.org/wiki/Etanol), yang juga disebut *grain alcohol*; dan kadang untuk [minuman](https://id.wikipedia.org/wiki/Minuman_keras) yang mengandung alkohol. Hal ini disebabkan karena memang etanol yang digunakan sebagai bahan dasar pada minuman tersebut.

Dalam jurnal milik Mokoagow, dkk (2015) menyebutkan salah satu bahan kimia yang dapat memengaruhi kinerja sistem saraf pusat, dengan cara menghilangkan penderitaan fisik, mental, serta menghasilkan euphoria ialah alkohol. Alkohol dapat mennghasilkan efek ganda pada tubuh manusia diantaranya: 1) efek depresan yang singkat; 2) efek pada susunan saraf pusat yang berlangsung 6 kali lebih lama dari efek depresannya. Kesadaran atas kedua efek ini sangat bergantung pada kondisi susunan saraf pusat pada saat penggunaan alkohol berlangsung. Dengan demikian efek penggunan alkohol juga tergantung pada lingkungan, penggunaan, dan kepribadian orang yang bersangkutan.

Konsumsi Alkohol menahun dan dalam waktu cukup besar dapat menimbulkan masalah kesehatan salah satunya anemia. Begitu jumlah konsumsi alkohol berlebihan dalam waktu yang lama akan menyebabkan tubuh kekurangan vitamin B12. Inilah yang menyebabkan pembentukan sel darah merah menjadi besar. (Rubenstein, 2005)

1. Penyakit Hati

Seperti yang diketahui bahwa fungsi hati ialah membersihkan tubuh dari zat-zat berbahaya dalam darah. Kadar birilubin yang tidak stabil pada manusia akan mempengaruhi jumlah dan bentuk darah dalam mengatur komposisi darah yang mengandung lemak, jika terdapat penyakit dalam hati akan sangat mempengaruhi jumlah kadar dan bentuk MCV dalam darah karena darah tidak terbentuk dengan baik.

1. Konsumsi obat-obatan tertentu (pada terapi HIV/ AIDS)

Konsumsi obat-obatan seperti obat yang dikonsumsi pasien HIV menyebabkan kadar birilubin yang ada dalam tubuh manusia tidak stabil yang mengakibatkan pembentukan sel darah merah tidak terbentuk dengan sempurna

1. Polutan udara (benzena)

Gas paparan benzena ditemukan di seluruh tubuh, tapi secara istimewa akan menyebar ke sumsum tulang danjaringan dengan tingkat perfusi tinggi atau kadar lipid tinggi. Dengan demikian, otopsi orang-orang yang meninggal setelah paparan akut menunjukkan bahwa jaringan kaya lipid, seperti otak dan lemak, dan jaringan yang baik, seperti ginjal dan hati, memiliki kadar benzena lebih tinggi daripada jaringan lainnya.

Setelah diserap, benzena awalnya dimetabolisme di hati dan kemudian di sumsum tulang.Dalam sumsum, metabolit dapat mengikat secara kovalen ke makromolekul seluler (misalnya, protein, DNA, dan RNA), yang menyebabkan terganggunya pertumbuhan sel dan replikasi dalam darah yang mengakibatkan rerata darah terganggu.

**2.3 Kerangka Konsep**

Paparan Polutan Udara

1. Gas Polutan 5. Partikulat

(contoh: SO2,Nox,CO,ozone) 6. Polutan Mikroba

1. Polutan organik persesiten (contoh:dioksin)
2. Logam berat (contoh: timbal, merkuri premiun)

2. VOC (Benzene)

Benzena

Ingesti

Absorbsi Kulit

Inhalasi

Paparan kronis (365 hari atau lebih)

Paparan akut (1-14 hari)

1. Konsentrasii rendah: vertigo, mudah mengantuk, sakit kepala,mual muntah, peningkatan denyut nadi, hipotensi, sesak napas
2. Konsentrasi tinggi: koma, kematian

Merusak sumsum tulang

Mengganggu proses hematopoietik (pembentukan sel darah) yang menghambat pertumbuhan dan pematangan sel (eritrosit, leukosit, plaatelet)

Pembentukan eritrosit dalam darah terjadi perubahan kadar MCV

Perubahan kadar MCV

Perubahan kadar MCV

Normositik

1. Anemia Akibat kekurangan folat
2. Kekurangan vit B12
3. Penyakit Hati
4. Anemia hemolitik
5. hipotiroidisme
6. Asupan alkohol berlebih
7. Anemia aplasik
8. Sindrom myelodysplastic
9. Anemia Defisiasi Besi
10. Anemia Kronis
11. Thalassemia
12. Anemia Sideroblastik

Mikrositik

Makrositik

Keterangan:

 : Variabel yang tidak teliti

 : Variabel yang diteliti

**Bagan 2.1** Kerangka Konsep pada Penelitian “Hubungan Paparan Polutan Udara Dengan Kadar MCV Pada Karayawan SPBU Di Kabupaten Blitar”.

Keterangan :

Dari bagan diatas, paparan polutan udara mengandung beberapa zat kimia diantaranya Karbon oksida: CO, CO2; Sulfur Oksida: SO2, SO3; Nitrogen Oksida; Hidrokarbon; Oksidan fortokimia; Partikulat; Senyawa inorganic; Senyawa organic; Zat radioaktif. Dari kandungan polutan udara tersebut dapat merusak kerja susum tulang yang merupakan target utama dari paparan benzena kronis. Setelah diserap benzena akan dimetabolisme di hati dan sumsum tulang, satu atau lebih metabolit benzena dapat menghambat proses pembentikan seluruh komponen darah diantaranya eritrosit, leukosit, dan trombosit yang akibatnya dapat mengganggu proses hematopoietik yang menghambat pertumbuhan dan pematangan sel eritrosit sehingga memperlambat perkembangan eritrosit yang menyebabkan perubahan kadar MCV.

**2.4 Hipotesis Penelitian**

Hipotesis dalam penelitian ini adalah ada hubungan antara lama paparan polutan udara dengan kadar MCV pada karyawan SPBU di wilayah Kabupaten Blitar.