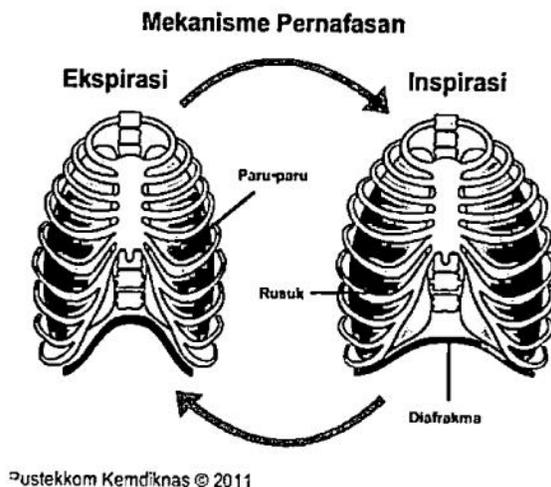


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Respirasi

Sistem respirasi meliputi siklus inspirasi dan ekspirasi. Inspirasi merupakan suatu proses aktif karena hanya dapat ditimbulkan oleh kontraksi otot-otot inspirasi (diafragma dan otot intrakosta eksterna) dan menggunakan energi. Sebelum inspirasi dimulai, otot-otot respirasi melemas, tidak ada udara yang mengalir, dan tekanan intra-alveolus setara dengan tekanan atmosfer. Pada awitan inspirasi, otot-otot inspirasi terangsang untuk berkontraksi, sehingga terjadi pembesaran rongga toraks. Diafragma dipersarafi oleh nervus frenikus membesar berbentuk kubah yang menonjol ke atas ke dalam rongga toraks. Sewaktu berkontraksi karena stimulasi saraf frenikus, diafragma bergerak ke bawah dan memperbesar volume rongga toraks dengan menambah panjang vertikalnya. Dinding abdomen jika melemas, dapat terlihat menonjol ke depan sewaktu inspirasi karena diafragma yang turun mendorong isi abdomen ke bawah dan ke depan (Sherwood, 2001). Sewaktu paru mengembang tekanan intra-alveolus sekarang lebih rendah daripada tekanan atmosfer, udara mengalir masuk ke paru-paru mengikuti penurunan gradien tekanan dari tekanan tinggi ke rendah (Sherwood, 2001).



Gambar 1. Mekanisme Pernafasan (Pustekom Kemdiknas, 2011)

Ekspirasi adalah suatu proses pasif karena terjadi akibat penurunan elastik paru-paru saat otot-otot inspirasi melemas tanpa memerlukan kontraksi otot atau pengeluaran energi. Otot ekspirasi merupakan otot-otot di dinding abdomen. Sewaktu otot-otot abdomen ini berkontraksi, terjadi peningkatan tekanan intra-abdomen yang menimbulkan gaya ke atas pada diafragma, mengakibatkan diafragma semakin terangkat ke rongga toraks dibandingkan dengan posisi istirahatnya, sehingga semakin memperkecil ukuran ventrikel rongga toraks. Otot-otot intrakostal internal yang berkontraksi akan menarik kosta-kosta ke bawah dan ke dalam, meratakan dinding dada dan semakin memperkecil ukuran rongga toraks. Sewaktu kontraksi aktif otot-otot ekspirasi semakin berkurang karena paru-paru tidak harus terentang banyak untuk mengisi volume rongga toraks yang lebih kecil; yaitu, paru diperbolehkan mengempis lebih kecil. Tekanan intra-alveolus menjadi semakin meningkat karena udara di dalam paru-paru ditempatkan di dalam volume yang lebih besar

sehingga lebih banyak udara keluar mengikuti penurunan gradien tekanan sebelum keseimbangan tercapai (Sherwood, 2001).

Sistem pernapasan berfungsi untuk memperoleh O_2 agar dapat digunakan oleh sel-sel tubuh dan mengeliminasi CO_2 yang dihasilkan oleh sel. Respirasi internal atau seluler mengacu kepada proses metabolisme intrasel yang berlangsung di dalam mitokondria dengan menggunakan O_2 dan menghasilkan CO_2 selama penyerapan energi dari molekul nutrisi. Respirasi eksternal mengacu kepada keseluruhan rangkaian kejadian yang terlibat dalam pertukaran O_2 dan CO_2 antara lingkungan eksternal dan sel tubuh (Arthur & John, 2007).

Sistem respirasi mencakup paru-paru dan sistem saluran bercabang yang menghubungkan tempat pertukaran gas dan lingkungan luar. Udara digerakkan melalui paru oleh suatu mekanisme ventilasi, yang terdiri atas rongga toraks, otot interkostal, diafragma, dan komponen elastis jaringan paru. Sistem pernapasan biasanya dibagi menjadi struktur saluran napas atas dan bawah yang dibatasi oleh epiglottis. Respirasi atas terdiri dari hidung dan faring sedangkan, respirasi bawah terdiri dari laring, trakea, bronkus dan alveolus (Mescher, 2011).

Secara fungsional struktur-struktur tersebut membentuk bagian konduksi sistem, yang terdiri atas rongga hidung, nasofaring, laring, trakea, bronki dan bronkiolus terminalis; dan bagian respiratorik (tempat berlangsung pertukaran gas), yang terdiri atas bronkiolus respiratorik, duktus alveolaris, dan alveoli. Alveoli merupakan struktur mirip kantong yang membentuk sejumlah besar bagian paru yang berfungsi sebagai tempat pertukaran O_2 dan CO_2 antara udara yang dihirup dan darah. Bagian konduksi memiliki dua fungsi utama yaitu

menyediakan sarana bagi udara yang keluar masuk paru dan mengondisikan udara yang dihirup tersebut. Untuk menjamin kelangsungan pasokan udara yang kontinue, kombinasi tulang rawan, serat elastin dan kolagen, dan otot polos, memberikan bagian ini sifat kaku dan fleksibilitas serta ekstensiilitas yang diperlukan (Mescher, 2011).

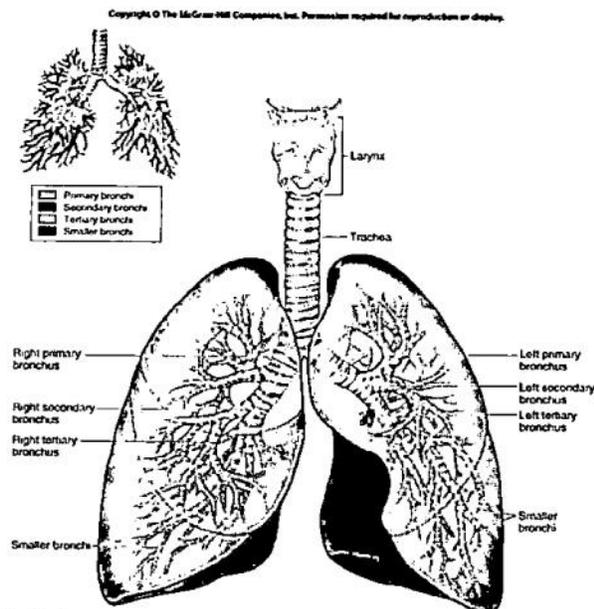
B. Anatomi Bronkus

Dinding trakea dan bronkus mengandung tulang rawan, tetapi relatif hanya sedikit otot polos. Dinding keduanya dilapisi oleh epitel bersilia yang mengandung kelenjar mukosa dan serosa. Epitel bersilia ini terdapat sampai bronkiolus respiratorius, namun kelenjar tidak terdapat pada epitel bronkiolus dan bronkiolus terminalis, serta dinding keduanya tidak mengandung tulang rawan. Walaupun demikian, dinding bronkiolus dan bronkiolus terminal mengandung lebih banyak otot polos, dan jumlah otot polos terbanyak bila dibandingkan dengan ketebalan dindingnya, terdapat di bronkiolus terminalis (Bloom, *et al.*, 2002).

Dinding bronkus dan bronkiolus dipersarafi oleh susunan saraf autonom. Reseptor muskarinik banyak dijumpai, dan pelepasan impuls kolinergik menyebabkan bronkokonstriksi. Pada otot polos dan epitel bronkus terdapat reseptor adrenergik β_2 . Banyak dari reseptor tersebut tidak mempunyai persarafan. Sebagian reseptor dapat berada di ujung kolinergik, tempat tersebut menghambat pelepasan asetilkolin. Reseptor β_2 memperantarai bronkodilatasi. Reseptor-reseptor ini meningkatkan sekresi bronkus, sedangkan reseptor adrenergik α_1 menghambat sekresi. Selain itu, terdapat pula persarafan non

kolinergik dan non adrenergik pada bronkiolus yang menimbulkan bronkodilatasi (Arthur C & John E, 2001).

Bronki atau bronkus merupakan lanjutan dari trakea. Bronkus dibagi menjadi tiga bronkus primarius (principal) yaitu kedua cabang utama trakea, kemudian memasuki hilus paru dan berjalan ke bawah dan ke luar menjadi bronkus sekundus (lobaris). Pada paru kiri terdiri atas lobus superior dan inferior, sedangkan pada paru kanan terdapat lobus superior, medius, dan inferior kemudian bercabang menjadi bronkus tertius (segmental) (Bloom, *et al.*, 2002).



Gambar 2. Saluran pernapasan bawah (Anthony L. Mescher, 2011)

Struktur bronkus primerius sampai memasuki paru sangat mirip yang pada trakea kecuali pada susunan kartilago dan otot polosnya. Di bronkus primer, kebanyakan cincin kartilago sepenuhnya mengelilingi lumen bronkus,

tetapi dengan seiring mengecilnya diameter bronkus, cincin kartilago secara perlahan digantikan lempeng kartilago hialin (Mescher, 2011).

Cincin-cincin tulang rawan dindingnya diganti oleh lempeng-lempeng rawan tidak teratur yang tersebar mengelilingi lingkaran tabung karena bronkus intrapulmonar itu silindris dan bagian posteriornya tidak mendatar seperti pada trakea dan bronkus ekstrapulmonar. Lebih ke distal, lempeng-lempeng tulang rawan intramural ini makin berkurang jumlah dan ukurannya sama sekali pada bronkus subsegmental dengan diameter 1 mm. Dengan berkurangnya tulang rawan di dalam dinding pohon bronkus, otot polosnya makin banyak. Mereka tersusun dalam berkas-berkas saling menganyam, sebagian berjalan melingkar atau spiral (Mescher, 2011).

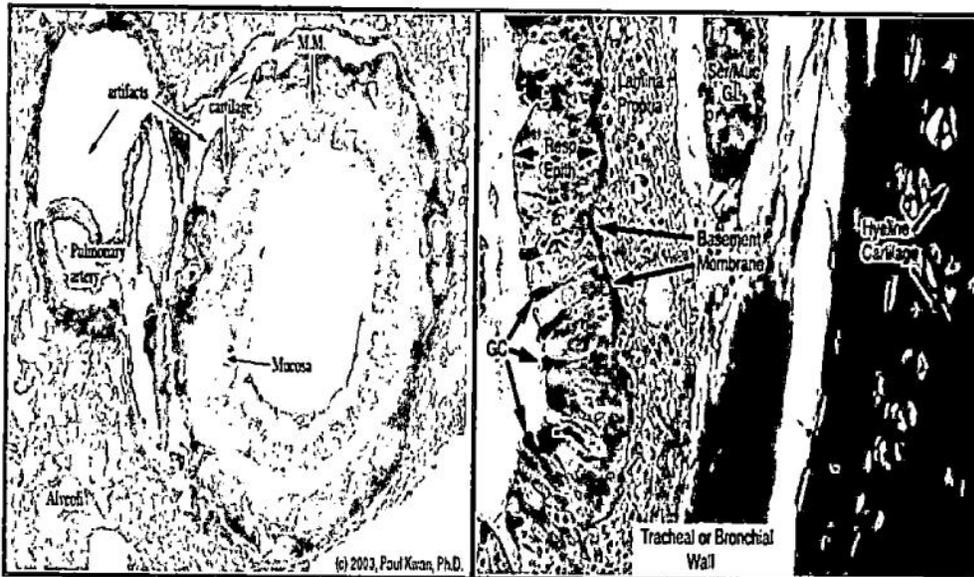
Dalam bronkus intrapulmonar yang besar, berkas otot polos itu letaknya berdampingan sehingga terbentuk lapis utuh. Di bagian-bagian distal dari pohon bronkus, otot polosnya berkurang dan tersusun longgar (Mescher, 2011).

C. Histologi Bronkus

Pada sedian histologis mukosa bronkus menampakkan lipatan-lipatan memanjang, agaknya terjadi akibat kontraksi agonal lapisan otot polosnya selama fiksasi (Bloom, *et al.*, 2002).

Epitel bronkus tidak berbeda nyata dari yang di trakea, yaitu terdiri atas epitel kolumnar bersilia dengan banyak sel goblet dan kelenjar submukosa. Kelenjar ini makin berkurang dan hilang pada tingkat bronkiolus. Tinggi epitel berangsur menurun sepanjang saluran, menjadi epitel kuboid bersilia pada bronkiolus dan kuboid rendah pada bronkiolus terminalis. Lamina propria, yang

terpisah dari epitel oleh lamina basal tebal adalah jaringan ikat longgar dengan banyak serat retikulum dan elastin. Lamina propria biasanya mengandung limfosit, sel mast, dan kadang-kadang eosinofil (Bloom, *et al.*, 2002).



Gambar 3. Histologi bronkus (Mescher, 2011)

Di lamina propria bronkus terdapat berkas menyilang otot polos yang tersusun spiral, yang terlihat lebih jelas di cabang bronkus yang lebih kecil. Kontraksi lapisan otot ini bertanggung jawab atas penampilan berlipat mukosa bronkus yang diamati pada sediaan secara histologi (Bloom, *et al.*, 2002).

Lamina propria juga mengandung serat elastin dan memiliki banyak kelenjar serosa dan mukosa, dengan saluran yang bermuara ke dalam lumen bronkus. Banyak limfosit ditemukan baik di dalam lamina propria dan diantara sel-sel epitel. Terdapat kelenjar getah bening dan terutama banyak dijumpai di tempat percabangan bronkus. Serat elastin, otot polos dan MALT relatif bertambah banyak seiring dengan mengecilnya bronkus dan berkurangnya kartilago dan jaringan ikat lainnya (Mescher, 2011).

D. Bensin

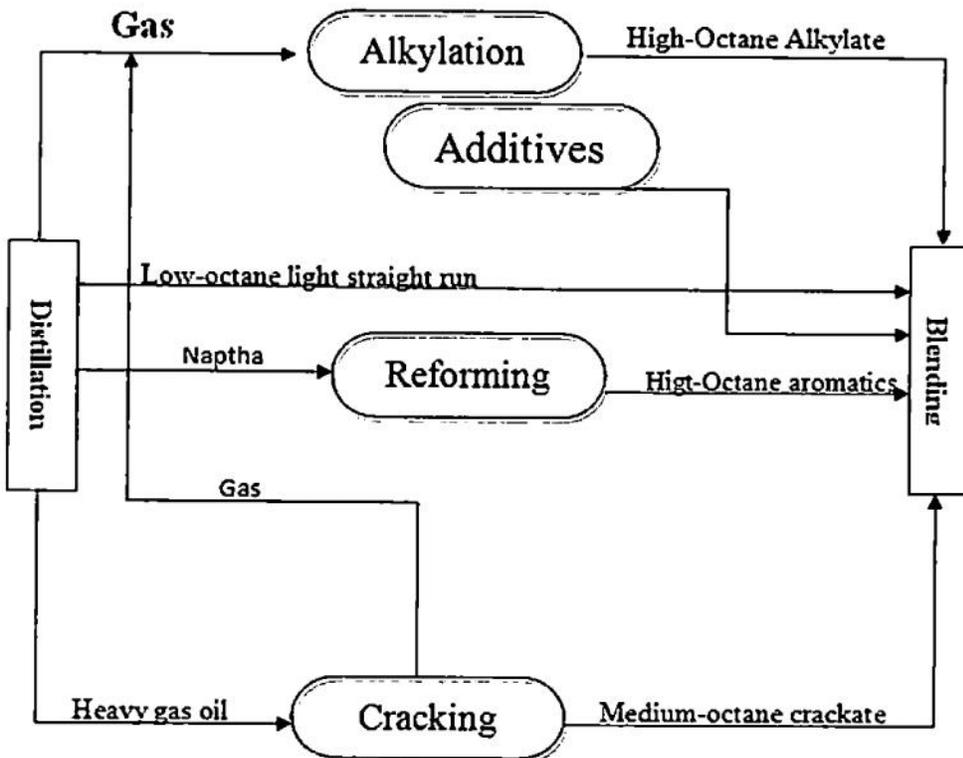
1. Pengertian Bensin

Bensin merupakan campuran kompleks yang terutama terdiri dari senyawa-senyawa hidrokarbon, yang mempunyai daerah didih ASTM (American Standar Testing and Material) sekitar 40-180⁰C, dan digunakan sebagai bahan bakar mesin motor bakar. Menurut ASTM, bensin dibagi menjadi lima kelas berdasarkan volatilitasnya (volatilitas class), yaitu kelas volatilitas A, B, C, D dan E. Spesifikasi ini menetapkan karakteristik bensin untuk digunakan di daerah-daerah dengan kondisi operasi yang berbeda-beda sesuai dengan perubahan cuaca daerah dimana bensin digunakan (Hardjono, 2007).

Bensin adalah produk yang paling penting pada sebagian besar minyak mentah yang terdiri dari berbagai senyawa yang dapat secara luas diklasifikasikan menjadi hidrokarbon kelompok parafin, aromatik, dan olefins. Produksi bensin terdiri dari pencampuran output dari beberapa proses penyulingan dirancang untuk memecahkan minyak mentah menjadi hidrokarbon dengan karakteristik fisik yang sesuai untuk digunakan sebagai bensin (Stickers, 2002).

Proses pembuatan bensin dalam menyediakan kualitas angka oktan, terbagi menjadi empat tahap yaitu cracking, reformasi, alkilasi dan isomerisasi. Cracking terdiri dari pemecahan molekul besar rantai bercabang menjadi lebih kecil; reformasi adalah konversi parafin dan naphthenes dari distilasi yang diturunkan nafta menjadi senyawa aromatik tinggi oktan;

alkilasi adalah kombinasi parafin dan olefin untuk membentuk tinggi isoparafin, dan isomerisasi terdiri dari konversi molekul parafin di rantai lurus ke isomers (Stickers, 2002).



Gambar 4. Proses pembuatan bensin (David E,2002).

2. Jenis – Jenis Bensin

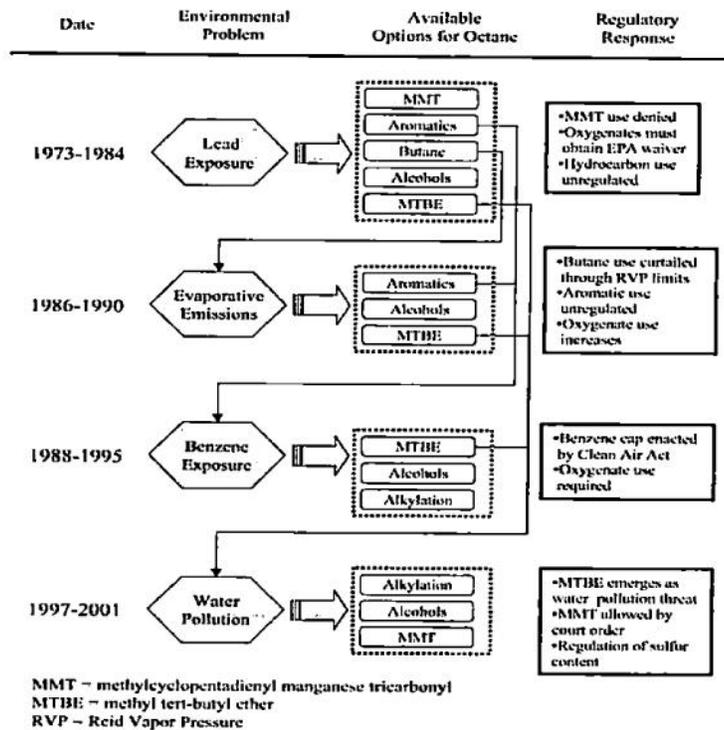
Oktan merupakan ukuran penting dari kualitas bensin dan angka oktan minimal yang diperlukan untuk operasi yang efisien dari internal pembakaran mesin. Untuk mendapatkan bensin dengan angka oktan yang tinggi sesuai dengan spesifikasi pemasarannya, maka ke dalam bensin perlu ditambahkan pengungkit oktan (*octane booster*). Pengungkit oktan banyak digunakan pada masa lalu adalah timbal tetra etil (TEL), $Pb(C_2H_5)_4$. Timbal

tetra etil adalah suatu cairan berat dengan densitas 1,659 g/cc, titik didih 200⁰C dan larut dalam bensin (Hardjono, 2007).

Jenis bensin di Indonesia berdasarkan angka oktan terdiri dari lima jenis bensin, antara lain:

- a. Bensin Premium 88 yang mempunyai angka oktan riset minimum 88, berwarna kuning dan menggunakan pengungkit oktan TEL maksimum 1,5 ml per galon Amerika bensin.
- b. Bensin premix 94 yang mempunyai nilai oktan riset minimum 94, berwarna orange, menggunakan pengungkit oktan TEL dengan kandungan Pb maksimum 0,45 gr/l dan metil tersier butil eter (MTBE) maksimum 15% volum.
- c. Bensin super TT yang mempunyai angka oktan riset minimum 95, tidak berwarna dan tidak mengandung TEL. Dapat ditambahkan MTBE maksimum 10% volume untuk memenuhi spesifikasi angka oktan.
- d. Bensin prima TT yang mempunyai angka oktan riset minimum 98, tidak berwarna dan tidak mengandung TEL. Dapat ditambahkan MTBE maksimum 15% volum untuk memenuhi spesifikasi angka oktan.

- e. Bensin pertero 2T yang mempunyai angka oktan minimum 72, berwarna hijau dengan kandungan timbal (Pb) maksimum 0,1 gr/l. Ditambahkan MTBE maksimum 15% volum untuk memenuhi spesifikasi angka oktan. Bensin ini khusus digunakan untuk mesin motor bakar dua langkah (Hardjono, 2007).



Gambar 5. Revolusi kandungan bensin (Stickers, 2002)

3. Dampak Buruk Bensin

Bensin memiliki kandungan tetra etil lead (TEL) berupa timbal (Pb), metil tersier butil eter (MTBE), etil tersier butil eter (ETBE), metanol (MeOH), Etanol (EtOH), benzena, toluene, etilbenzena dan xylena (BTEX) sebagai hidrokarbon aromatik (Rosell, *et al.*, 2010). Klasifikasi bensin dibedakan oleh ada tidaknya kandungan timbal dan nilai oktannya.

Peningkatan nilai oktan dipengaruhi oleh peningkatan etanol dan oksigenasi aditif yaitu metil tersier butil eter (MTBE) dan etil tersier butil eter (ETBE) (Stickers, 2002).

Oksigenasi aditif dalam bahan bakar merupakan "hidrokarbon rantai pendek, yang mengandung oksigen" seperti metil tersier butil eter (MTBE) dan etil tersier butil eter (ETBE) yang dapat meningkatkan pembakaran bensin dan ketahanan mesin. Karena MTBE dan ETBE dapat mengubah karakteristik pembakaran sehingga memberikan pengaruh efek toksik dari emisi yang dihasilkan (J. Krahl, *et al.*, 2009). Metil tersier butil eter (MTBE) dan etil tersier butil eter (ETBE) merupakan hidrokarbon yang telah banyak digunakan sebagai pendukung oktan dan aditif oksigenasi dalam reformulasi bensin di dunia. Penggunaan MTBE dan ETBE dapat meningkatkan kandungan oksigen dari bahan bakar dan rendah emisi karbon monoksida dan hidrokarbon lainnya sehingga mengurangi polusi udara (Peyster, *et al.*, 2009).

a. Timbal (Pb)

Paparan timbal terbagi menjadi dua bentuk yaitu timbal anorganik dan organik. Timbal anorganik merupakan timbal yang mudah teroksidasi dan dapat diserap melalui:

- 1) Saluran pernapasan dari benda-benda yang mengandung timbal seperti cat dan pipa timah.
- 2) Saluran pencernaan melalui kontaminasi timbal pada air dan makanan melalui tanah akibat limbah industri.

- 3) Proses pembuatan kaca atau pembuatan akumulator timbal.
- 4) Produk timbal yang merupakan salah satu komposisi dalam bensin.

Sedangkan timbal organik, seperti timbal terta etil yang merupakan toksisitas pada sistem saraf pusat yang diserap melalui kulit dan masuk ke otak, toksisitas dapat terjadi melalui bahan-bahan timbal yang disentuh (Rosin, 2009).

Keracunan timbal pada fase akut dapat menimbulkan gejala-gejala seperti: kolik perut, muntah, ensefalopati dengan kebingungan dan neuropati perifer seperti kelemahan pergelangan tangan, arthralgia, mialgia dan kelemahan otot. Sedangkan, paparan kronis terjadi selama beberapa bulan atau tahun berdampak buruk pada kalsium bergantung sistem enzim, ATP-ase dan mitokondria fosforilasi oksidatif dan pertumbuhan sel; mengganggu sintesis heme, integritas membran dan metabolisme steroid; dan menyebabkan degenerasi dan akson motorik demielinasi (Rosin, 2009).

b. Oksigenasi Eter

1) Metil Tersier Butil Eter (MTBE)

Metil tersier butil eter (MTBE) ($C_5H_{12}O$), disebut juga 2-metoksi-2 metilpropana atau tertbutyl metil eter merupakan sintetis kimia terbuat dari isobutylene dan metanol dengan berat molekul 88,15 yang bersifat cair, berwarna dan mudah terbakar dengan bau yang tidak menyenangkan. MTBE larut dalam larutan

asam; cukup larut dalam air, dan sangat larut dalam alkohol dan eter. MTBE akan lebih cepat larut dalam air dari komponen bensin lainnya, dan sangat tahan untuk degradasi dan memiliki mobilitas sangat tinggi di tanah, stabil dan lipofilik (Luttrell, 2010).

MTBE telah digunakan sejak 1980an sebagai komponen bensin untuk meningkatkan angka oktan dan menurunkan polusi udara. MTBE juga telah digunakan untuk melarutkan batu empedu pada manusia dan sebagai eluenkromatografi untuk prosedur kromatografi cair dan lapis tipis (Luttrell, 2010).

MTBE mudah diabsorpsi oleh manusia secara oral, inhalasi, dan melalui kontak kulit. Setelah diabsorpsi banyak MTBE dihembuskan tidak berubah. Sebagian dari MTBE teroksidasi untuk ters-butil alkohol dan formaldehida oleh mikrosomal sitokrom P-450 enzim dalam hati. Ters-butil alkohol selanjutnya dimetabolisme 2-metil-1,2-propanediol dan kemudian 2-hydroxyisobutyrate, yang merupakan metabolit utama MTBE ditemukan dalam urin. MTBE dan tersier butil alkohol yang ditemukan dalam darah, otak, dan jaringan adiposa setelah terhirup dengan konsentrasi tergantung dosis. MTBE adalah cepat dibersihkan dari tubuh dengan waktu paruh 2.6 ± 0.9 jam pada manusia. Tersier butil alkohol dibersihkan dengan waktu paruh

5,3±2,1 jam pada manusia. Oleh karena itu, metabolisme dan ekskresi MTBE dan metabolitnya yang cepat (Luttrell, 2010).

Konsentrasi MTBE di udara, pada saluran pernapasan dari individu yang terkena dan waktu pendedahan ketika terhirup atau kontak kulit akan menentukan jumlah racun yang diserap ke dalam tubuh (Luttrell, 2010).

1) Kulit

Paparan pada kulit dapat menyebabkan gejala akut seperti kulit kering dan merah. MTBE bukan merupakan iritan kulit primer.

2) Inhalasi

Gejala akut yang timbul setelah inhalasi dapat mencakup mengantuk, pusing, sakit kepala, dan lelah. Menghirup pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan depresi sistem saraf pusat (SSP). Bernapas dalam jumlah kecil untuk jangka pendek dapat menyebabkan iritasi hidung dan tenggorokan. Laporan dari SPBU dan beberapa konsumen mengalami sakit kepala dan iritasi, setelah terkena bensin aditif ini.

3) Mata

Kontak yang terlalu lama MTBE dapat menyebabkan iritasi dan radang mata, dengan karakteristik mata merah, berair dan gatal (Luttrell, 2010).

2) Etil Tersier Butil Eter (ETBE)

Etil tersier butil eter dengan berat molekul 102.18, titik didih, 72,78°C adalah disintesis dari 2-methylpropene ($\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2$) yang berasal dari minyak bumi dan tanaman yang diturunkan etanol dan dengan demikian dianggap biofuel (Eitaki., *et al*, 2011).

Etil tersier butil eter (ETBE) dianggap sebagai pengganti MTBE yang prospektif. Dengan adanya ETBE, terlebih bioETBE diharapkan kerusakan lingkungan dapat dicegah. Permintaan ETBE meningkat tajam dalam beberapa tahun belakangan ini, produksi ETBE di Eropa telah meningkat pada tahun 2005- 2007 dari 2 menjadi 4 ton. ETBE lebih baik dari MTBE, karena ETBE tidak mencemari air bawah tanah akibat daya larutnya yang rendah terhadap air (23,7 mg/L). Selain itu, ETBE mempunyai karakter untuk bercampur yang lebih baik. Tekanan campuran uapnya adalah 27,5 KPa, bila dibandingkan dengan MTBE (55 KPa), tingkat oktan yang tinggi yaitu 112 sedangkan MTBE hanya 109 dan rendahnya konten oksigen yaitu 15,7%, jika dibandingkan dengan MTBE yang mengandung 18,2% (Yudiswastika, 2011).

3) Tertier Etil Lead (TEL)

TEL mempunyai dampak pada kesehatan seperti gangguan mental, penurunan IQ, hipertensi, gangguan pencernaan, anemia, dan gangguan pernapasan, disamping itu TEL juga dapat berpengaruh terhadap sistem reproduksi terutama testis (Santoso, 2006).

c. Oksigenasi Alkohol

1) Metanol (MeOH)

Metanol merupakan alkohol yang bersifat toksik yang digunakan sebagai bahan bakar atau aditif bensin. Metanol dapat diabsorpsi oleh manusia melalui proses inhalasi, proses pencernaan, atau paparan pada kulit. Metanol dapat mempengaruhi sistem saraf pusat sehingga menyebabkan sakit kepala, vertigo dan muntah-muntah.

2) Etanol (EtOH)

Etanol pada bensin di Australia, Amerika Utara dan Eropa digunakan dalam pengurangan emisi polutan udara selama pembakaran dari jumlah hidrokarbon; karbon monoksida (CO) dan benzena. Pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil dan penutupan siklus karbon. Namun, etanol bensin ini memiliki efek pada permukaan bawah tanah dan air tanah. Penelitian terbaru, terutama di Amerika Serikat, menunjukkan bahwa bensin etanol memiliki dampak yang lebih besar pada tanah daripada

bensin murni, bahkan pada tingkat etanol 10% (Niven, 2004). Etanol meningkatkan norepinefrin, menurunkan serotonin pada cerebrum dan meningkatkan mesenkepalin di seluruh otak (Kinawy, 2009).

Etanol memungkinkan digunakan sebagai pengganti timbal tetra etil (TEL) di negara-negara yang masih menggunakan bensin bertimbal (Niven, 2004).

d. Hidrokarbon Aromatik(Benzena-Toluene-Etilbenzena-Xylene)

Benzena-Toluene-Etilbenzena-Xylene merupakan senyawa volatil organik. Benzena dan etilbenzena merupakan karsinogen. Benzene dan toluena dapat mempengaruhi sistem hematopoietik, sistem saraf pusat dan sistem reproduksi, sakit kepala, kelelahan dan iritasi saluran nafas sedangkan, etilbenzena dan xylene dapat mempengaruhi respirasi dan saraf (Tunsaringkarn *et al.*, 2012, Siringkarn, *et al.*, 2012).

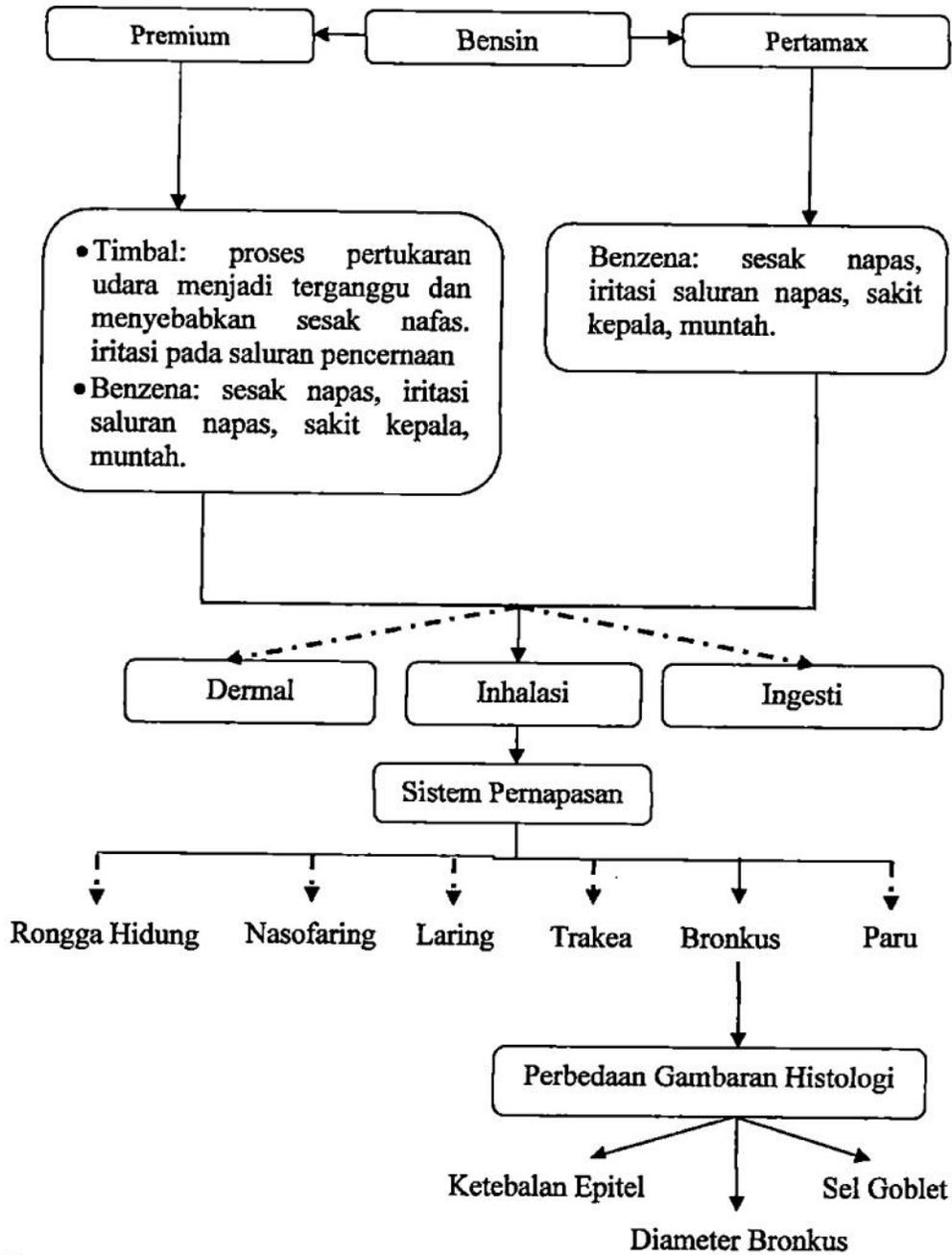
Benzena masuk ke dalam tubuh dapat melalui saluran pernapasan, gastrointestinal maupun kulit. Benzena masuk melalui saluran pernapasan dengan cara inhalasi dari uap yang dihasilkan. Absorpsi uap benzena terjadi paling banyak di paru-paru sehingga dapat menyebabkan proses pertukaran udara menjadi terganggu dan menyebabkan sesak nafas. Benzena yang masuk ke sistem gastrointestinal akan menyebabkan efek akut seperti iritasi pada saluran pencernaan (Pudyoko, 2010).

Benzena merupakan karsinogen untuk tubuh. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) menyatakan batasan minimal paparan benzena yaitu paparan rendah <3 ppm, paparan sedang 3-9 ppm dan paparan tinggi resiko >9 ppm (Gordian, *et al*, 2010).

Selain BTEX, bensin juga memiliki kandungan karbon monoksida (CO), Hidro karbon (HC), nitrogen oksid (NO), sulfur dioksida (SO₂). CO atau karbon monoksida dapat menghalangi masuknya oksigen ke dalam tubuh. CO dapat menjadi racun sehingga timbul keracunan karbon monoksida dan menyebabkan lumpuhnya sistem syaraf apabila kadar CO melebihi 35 ppm selama 8 jam perhari (Santoso, 2006).

HC atau hidro karbon dapat menyebabkan peradangan pada organ pernapasan apabila terpajan melebihi 10 ppm. NO atau nitrogen oksid pada pajanan 10-30 ppm dapat menimbulkan gejala seperti iritasi pada mata dan saluran pernapasan sampai menimbulkan penyakit paru. SO₂ atau sulfur dioksida dapat menyebabkan inflamasi sistem pernapasan apabila pajanan melebihi 2 ppm (Santoso, 2006)

E. Kerangka Konsep



Keterangan:

- Diteliti
 - - - Tidak Diteliti

F. Hipotesis

1. Pendedahan uap bensin jenis Premium dan Pertamina mempengaruhi gambaran histologi tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan.
2. Pengaruh pendedahan uap bensin jenis Premium lebih buruk dibandingkan pendedahan uap bensin jenis Pertamina terhadap gambaran histologi bronkus berupa penebalan epitel, diameter bronkus dan jumlah sel goblet pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan.