

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Rokok Elektrik

1. Definisi rokok elektrik

Rokok elektrik (vape) merupakan salah satu Nicotine Replacement Therapy (NRT). NRT adalah metode yang menggunakan suatu media untuk memberikan nikotin yang diperlukan oleh perokok tanpa pembakaran tembakau yang merugikan. Walaupun NRT hanya ditujukan untuk menghilangkan pembakaran tembakau dan sebagai sarana alternatif pemberian nikotin tetapi pada prakteknya sering dipakai sebagai alat bantu dalam program berhenti merokok (smoking cessation program) untuk mencegah withdrawal effect nikotin dengan cara menurunkan dosis nikotin secara bertahap. Terdapat beberapa macam NRT, salah satunya yaitu electronic cigarette atau rokok elektronik. Rokok elektronik merupakan salah satu NRT yang menggunakan listrik dari tenaga baterai untuk memberikan nikotin dalam bentuk uap dan oleh World Health Organization (WHO) disebut sebagai electronic nicotine delivery system (ENDS) (William dkk, 2010).

Seperangkat rokok elektronik merupakan alat yang berfungsi mengubah zat-zat kimia menjadi bentuk uap dan mengalirkannya ke paru dengan menggunakan tenaga listrik. World Health Organization (WHO) mengistilahkannya sebagai Electronic Nicotine Delivery System (ENDS) karena menghasilkan nikotin kedalam bentuk uap yang dihirup oleh pengguna

(BPOM, 2017). Kementerian kesehatan RI tahun 2014 menjelaskan rokok elektronik atau electronic cigarettes (ec) adalah perangkat bertenaga baterai yang meniru penggunaan rokok konvensional.

2. Kandungan rokok elektrik

Rokok elektrik meski tidak mengandung tembakau, beragam kandungan lain yang juga bisa ditemukan dalam isian vape, nyatanya juga bisa memicu penyakit. Untuk mengetahui apakah rokok elektrik aman, cari tahu dulu bahan-bahan yang terkandung dalam cairan isi rokok elektrik berikut ini:

a. Nikotin

Nikotin ($C_{10}H_{14}N_2$) adalah senyawa yang bersifat toksik dan sifat toksik pada nikotin sangat kuat dan kompleks. Prototipikalnya adalah agonis pada reseptor kolinergik nicotinic, dimana secara dramatis merangsang neuron dan pada akhirnya menghalangi transmisi sinaptik. Pada dosis rendah, akan merangsang ganglia otonom. Pada dosis yang lebih tinggi, akan menghambat ganglia otonom dan skeletal muscle neuromuscular junctions, serta akan berefek langsung pada central nervous system. Mual dan muntah adalah gejala yang paling umum dari keracunan nikotin akut. Dosis yang berlebihan akan menyebabkan tremor, diikuti oleh kejang. Paralysis dan kolaps pembuluh darah adalah ciri yang menonjol dari keracunan nikotin akut. Seringkali kematian disebabkan oleh respiratory paralysis, yang mungkin terjadi segera setelah gejala pertama keracunan nikotin akut (Badan POM, 2017).

Nikotin, bila dikonsumsi dalam jangka waktu lama akan akan mengakibatkan gangguan pembuluh darah seperti penyempitan atau pengentalan darah dan efek lainnya seperti: peningkatan denyut jantung,

peningkatan tekanan darah, produksi urin, dan peningkatan risiko trombosis. Paparan nikotin selama kehamilan berpotensi menyebabkan efek pada janin, di antaranya kerusakan sel otak, gangguan memori, defisit neurologis (Badan POM, 2017).

b. Propylene Glycol

Propylene Glycol /1,2-Propanediol (C₃H₈O₂) adalah bahan kimia yang dapat ditemukan dalam kepulan asap buatan yang biasanya dibuat dengan “*fog machine*” di acara-acara panggung teatrikal, atau juga digunakan sebagai *antifreeze* dan zat aditif pada makanan. *Glycerol/1,2,3-Propanetriol/ Glycerine/ Glyceritol/ Glycyl alcohol/ Trihydroxypropane (C₃H₈O₃)* banyak digunakan oleh industri makanan, kosmetik dan farmasi, karena memiliki banyak fungsi seperti humektan (menyerap kelembaban) dan untuk meningkatkan kelancaran dan pelumasan (Badan POM, 2017).

Propylene glycol dan gliserin, walaupun aman bila dikonsumsi langsung dengan ditelan, namun ketika dipanaskan dan diinhalasi dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti iritasi pernapasan, dan secara kronis menyebabkan asma, mengi (*wheezing*), sesak dada, penurunan fungsi paru-paru, dan obstruksi jalan pernapasan (Badan POM, 2017).

c. Tobacco Specific N-Nitrosamines (TSNA)

Tobacco Specific N-Nitrosamines (TSNA) ditemukan kadar maksimum tinggi dari total TSNAs pada sebagian besar atau hampir semua uap rokok elektronik, juga pada e-liquid. Penelitian lain menemukan karsinogenik TSNAs terdapat dalam uap rokok elektronik dengan tingkat lebih rendah atau setara dengan yang terdapat dalam asap tembakau (Badan POM, 2017).

d. *Nitrosamines*

Nitrosamines adalah senyawa yang bisa menyebabkan mutasi DNA dan beberapa diantaranya diketahui sebagai karsinogen (hellosehat.com, 2020). *Nitrosamines* adalah senyawa karsogenik (penyebab kanker) yang terbentuk jika nitrit bereaksi dengan amino sekunder karena suhu yang tinggi pada saat proses pemanasan (Bahl et al, 2012).

e. *Glycerin*

Glycerin adalah cairan kental yang rasanya manis namun tidak berwarna dan tidak berbau. *Glycerin* digunakan untuk campuran pada industri kosmetik dan penambah rasa manis pada makanan. Meskipun aman untuk dikonsumsi, tetapi belum ada penelitian lebih lanjut apakah tentang dampak lebih lanjut jika dihirup secara berlebihan (halodoc.com, 2020).

f. Bahan perasa (*Flavoring*)

Salah satu daya tarik dari rokok elektronik adalah variasi berbagai pilihan rasa dan aroma yang tersedia, mulai dari rasa buah-buahan, berbagai jenis minuman, mint, menthol, rokok konvensional, bahkan *mother's milk* juga tersedia. WHO menemukan lebih dari 8000 jenis *flavoring* (perisa). Perisa (*flavoring*) di dalam rokok elektronik diklaim alami sama seperti *flavoring* di dalam produk makanan, walaupun informasi lebih lanjut komposisi atau sumber aditif dari bahan tersebut tidak dilaporkan secara jelas oleh produsen. *The Flavor and Extract Manufacturers Association* (FEMA), menyebutkan keamanan penggunaan perisa (*flavoring*) pada rokok elektronik belum teruji secara ilmiah dan disetujui. Hal tersebut karena *flavoring* ini tidak dikonsumsi

langsung dengan ditelan, melainkan dengan proses dipanaskan lalu diuapkan selanjutnya diinhalasi sampai ke paru-paru (Badan POM, 2017).

Perasa (flavoring) lebih dari 7000 jenis rasa profil keamanannya tidak diketahui, studi menyebutkan diantaranya dapat merusak dan menyebabkan inflamasi pada jaringan paru-paru (Badan POM, 2017).

g. Logam berat

Kadar timbal dan kromium dalam uap rokok elektronik sama dengan kadar pada rokok konvensional, sedangkan kadar nikelnya 100 kali lebih tinggi dibandingkan rokok konvensional. Satu embusan dari uap rokok elektronik mengandung banyak partikel, terutama timah, perak, nikel, aluminium dan kromium. Timah, kromium dan nikel ditemukan sebagai nano-partikel (Badan POM, 2017).

Logam, yaitu partikel timah, perak, nikel, aluminium dan kromium di dalam uap rokok elektrik dengan ukuran yang sangat kecil nanoparticle sehingga dapat sangat mudah masuk ke dalam saluran nafas di paru-paru (Martha Suhendra, 2019).

B. Komponen – Komponen Rokok Elektrik

1. Atomizer

Atomizer merupakan salah satu komponen vape yang berfungsi menghasilkan vapor (uap). Atomizer adalah tempat atau wadah dari liquid yang didalamnya terdapat *coil* dan *wick* (kapas). Coil berbentuk gulungan kawat yang mempunyai fungsi untuk memanaskan liquid, sedangkan kapas

merupakan tempat peresapan dari liquid (BPOM, 2017). Atomizer terdiri dari 3 bagian yaitu :

a. Rebuildable Tank Atomizer (RTA)

Jenis atomizer ini merupakan atomizer yang memiliki tank. Pada umumnya tank ini terbuat dari kaca pyrex yang tidak mudah memuai, apabila kurang berhati-hati dapat pecah. Atomizer ini dapat menampung liquid yang lebih banyak dari pada menggunakan RDA. Tetapi kekurangan dari atomizer jenis ini secara umum, uap yang dihasilkan lebih sedikit dari pada menggunakan RDA (Ninda.P, 2020).

b. Rebuildable Dripping Atomizer (RDT)

Jenis atomizer ini tidak memiliki tank. Cara kerjanya, Liquid diteteskan pada kapas dan coil kemudian dipanaskan sehingga menghasilkan uap. Karena tidak memiliki media tank, maka harus sering untuk meneteskan liquid. Walaupun demikian, kelebihan dari atomizer jenis ini adalah uap yang dihasilkan lebih banyak dari pada RTA (Ninda.P, 2020).

c. Rebuildable Dripping Tank Atomizer (RDTA)

RDTA merupakan gabungan dari jenis RTA dan RDA. Namun jenis atomizer ini adalah perpaduan antara RDA dan RTA. Apabila tank pada RDTA ini pecah masih bisa digunakan, tidak seperti RTA (Ninda.P, 2020).

2. MOD

Mod adalah badan atau bagian utama dari vape yang di dalamnya terdapat baterai beserta rangkaian listrik yang digunakan untuk menyalurkan arus ke dalam atomizer. Ada dua jenis mod vape yaitu electrical mod yang mempunyai

komponen listrik berupa chip dan mechanical mod tidak mempunyai komponen listrik (Budi, 2016).

3. Baterai

Sumber energi yang digunakan vape untuk memanaskan liquid berasal dari baterai. Baterai yang digunakan adalah baterai khusus dapat diisi ulang (Ninda.P, 2020).

4. Liquid

Liquid merupakan cairan khusus yang digunakan untuk rokok elektronik. Banyak jenis liquid dan rasa liquid dan kandungan nikotin di dalamnya beragam (Budi, 2016).

5. Alat – alat tambahan

Alat-alat yang turut berperan dalam pemakaian vapor, untuk perawatan setiap harinya seperti charger eksternal, obeng dan pinset (Budi, 2016).

C. Bahaya Rokok Elektrik

Bahaya rokok elektrik adalah uap air. Penelitian menunjukkan bahwa kadar bahan kimia berbahaya yang ada dalam rokok elektrik adalah sebagian kecil dari kandungan yang ada dalam rokok tembakau. Berikut adalah bahaya dari penggunaan rokok elektrik.

1. Bahaya rokok pada saluran pernafasan

Saluran pernafasan merupakan saluran tempat udara masuk dan keluar selama proses pernafasan. Saluran pernafasan manusia terdiri dari rongga hidung, faring (tekak), laring (pangkal tenggorokan), trakea (tenggorokan), bronkiolus dan alveolus.

a. Emfisema

Emfisema adalah penyakit yang mengenai parenkim paru. Orang emfisema mengalami kerusakan pada alveoli. Alveoli merupakan tempat pertukaran gas pernapasan sehingga penderita emfisema akan sulit bernapas (Ningrum, 2017).

b. Kanker paru – paru

Kanker paru merupakan penyakit dengan ciri khas adanya pertumbuhan sel yang tidak terkontrol pada jaringan paru. Bila tidak dirawat, pertumbuhan sel ini dapat menyebar ke luar dari paru-paru melalui suatu proses yang disebut metastasis ke jaringan yang terdekat atau bagian tubuh yang lainnya. Sebagian besar kanker yang mulai di paru-paru, yang dikenal sebagai kanker paru primer adalah karsinoma yang berasal dari sel epitel. Tingginya angka merokok pada masyarakat Indonesia akan menjadikan kanker paru sebagai salah satu masalah kesehatan. Penyebab paling umum kanker paru adalah paparan dalam jangka waktu yang lama terhadap asam tembakau, yang menyebabkan 80 – 90 % kanker paru (Horn L, 2018).

c. Bronkitis

Bronkitis atau radang cabang tenggorok. Batuk yang di derita perokok dikenal dengan nama batuk perokok yang merupakan tanda awal adanya bronkhitis yang terjadi karena paru-paru tidak mampu melepaskan mukus yang terdapat di dalam bronkus dengan cara normal. Mukus adalah cairan lengket yang terdapat di dalam tabung halus yaitu tabung bronchial yang terletak dalam paru- paru. Batuk ini terjadi karena mucus menangkap serpihan bubuk hitam dan debu dari udara yang di hirup dan mencegahnya agar tidak menyumbat

paru-paru. Mukus beserta semua kotoran bergerak melalui tabung bronchial dengan bantuan rambut halus yang disebut silia. Silia terus bergerak bergelombang seperti tentakel yang membawa mucus keluar dari paru-paru menuju tenggorokan. Asap rokok dapat memperlambat gerakan silia dan setelah jangka waktu tertentu akan merusaknya sama sekali dan menyebabkan perokok harus lebih banyak batuk untuk mengeluarkan mucus. Karena sistem pernafasan tidak bekerja sempurna, maka perokok lebih mudah menderita radang paru – paru yang di sebut bronchitis (Nururrahma, 2011).

2. Bahaya pada jantung dan pembuluh darah

a. Serangan jantung

Nikotin dalam asap rokok menyebabkan jantung bekerja lebih cepat dan meningkatkan tekanan darah. Sedangkan karbonmonoksida mengambil oksigen dalam darah lebih banyak yang membuat jantung memompa darah lebih banyak. Jika jantung bekerja terlalu keras ditambah tekanan darah tinggi, maka bisa menyebabkan serangan jantung (Budi Haryanto, 2018).

b. Ateriosklerosis (penyumbatan pembuluh darah)

Nikotin dalam asap rokok mempercepat penyumbatan arteri yang disebabkan oleh penumpukan lemak menimbulkan yang terjadinya jaringan parut dan penebalan arteri yang menyebabkan *arteriosklerosis* (Budi Haryanto, 2018).

D. Darah

1. Pengertian darah

Darah manusia adalah cairan jaringan tubuh. Fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel – sel di seluruh tubuh. Darah

juga menyuplai tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat – zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit (Mallo, dkk, 2012). Darah merupakan unsur dalam tubuh manusia yang memiliki peran dalam mekanisme kerja tubuh. Seluruh organ tubuh dihubungkan oleh darah melalui pembuluh-pembuluh darah. Oleh karena itu, darah dapat menjadi cerminan keadaan tubuh, baik dalam keadaan sehat maupun sakit. (Anamisa, 2015). Darah terdiri dari dua komponen, yakni komponen cair yang disebut plasma dan komponen padat yaitu sel-sel darah (Gunadi, Mewo, dan Tiho, 2016).

Sel darah merah merupakan suatu suspensi sel dan fragmen sitoplasma di dalam cairan yang disebut plasma. Fungsi utama dari darah adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel-sel di seluruh tubuh. Darah juga menyuplai jaringan tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit. Masing-masing morfologisel mempunyai ukuran (diameter). Darah terdiri dari sel darah dan plasma. Dalam sel darah terdiri dari hemoglobin, eritrosit, hematokrit (PCV), retikulosit, laju endap darah, trombosit, leukosit dan hitung jenisnya dan hapusan darah tepi (Anamisa, 2015).

Darah manusia berwarna merah terang ketika terikat pada oksigen. Warna merah pada darah disebabkan oleh hemoglobin, protein pernapasan (respiratory protein) yang mengandung besi dalam bentuk heme, yang merupakan tempat terikatnya molekul – molekul oksigen. Ketika oksigen dilepas maka warna eritrosit akan berwarna lebih gelap, dan akan

menimbulkan warna kebiru – biruan pada pembuluh darah dan kulit. Adanya perubahan warna darah ini bisa di manfaatkan untuk mengukur kejenuhan oksigen pada darah arterial (Mallo dkk, 2012).

E. Hemoglobin

1. Pengertian hemoglobin

Hemoglobin adalah protein globular yang mengandung besi. Terbentuk dari 4 rantai polipeptida (rantai asam amino), terdiri dari 2 rantai alfa dan 2 rantai beta. Masing-masing rantai tersebut terbuat dari 141-146 asam amino. Struktur setiap rantai polipeptida yang tiga dimensi dibentuk dari delapan heliks bergantian dengan tujuh segmen non heliks. Setiap rantai mengandung grup prostetik yang dikenal sebagai heme, yang bertanggung jawab pada warna merah pada darah. Molekul heme mengandung cincin porphirin. Pada tengahnya, atom besi bivalen dikoordinasikan. Molekul heme ini dapat secara reversible dikombinasikan dengan satu molekul oksigen atau karbon dioksida (Anamisa, 2015).

Hemoglobin mengikat empat molekul oksigen per tetramer (satu per subunit heme), dan kurva saturasi oksigen memiliki bentuk Sigmoid. Sarana yang menyebabkan oksigen terikat pada hemoglobin adalah jika juga sudah terdapat molekul oksigen lain pada tetramer yang sama. Oksigen sudah ada, pengikatan oksigen berikutnya akan berlangsung lebih mudah. Dengan demikian, hemoglobin memperlihatkan kinetika pengikatan komparatif, suatu sifat yang memungkinkan hemoglobin mengikat oksigen dalam jumlah semaksimal mungkin pada organrespirasi dan memberikan oksigen dalam

jumlah semaksimal mungkin pada partial oksigen jaringan perifer (Anamisa, 2015).

2. Struktur hemoglobin

Struktur tetramer hemoglobin yang umum dijumpai adalah sebagai berikut: HbA (hemoglobin dewasa normal) = $\alpha_2\beta_2$, HbF (hemoglobin janin) = $\alpha_2\gamma_2$, HbS (hemoglobin sel sabit) = α_2S_2 dan HbA2 (hemoglobin dewasa minor) = $\alpha_2\delta_2$. Disamping mengangkut oksigen dari paru ke jaringan perifer, hemoglobin memperlancar pengangkutan karbon dioksida (CO₂) dari jaringan ke dalam paru untuk dihembuskan ke luar. Hemoglobin dapat langsung mengikat CO₂ jika oksigen dilepaskan dan sekitar 15% CO₂ yang dibawa di dalam darah diangkut langsung pada molekul hemoglobin. CO₂ bereaksi dengan gugus α - amino terminal amino dari hemoglobin, membentuk karbamat dan melepas proton yang turut menimbulkan efek Bohr.

Hemoglobin mengikat 2 proton untuk setiap kehilangan 4 molekul oksigen dan dengan demikian turut memberikan pengaruh yang berarti pada kemampuan pendaparan darah. Dalam paru, proses tersebut berlangsung terbalik yaitu seiring oksigen berikatan dengan hemoglobin yang berada dalam keadaan tanpa oksigen (deoksigenasi), proton dilepas dan bergabung dengan bikarbonat sehingga terbentuk asam karbonat. Dengan bantuan enzim karbonik anhidrase, asam karbonat membentuk gas CO₂ yang kemudian dihembuskan keluar (Anamisa, 2015).

3. Kadar hemoglobin

Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah kira-kira 15 gram setiap 100 ml darah dan jumlah ini biasanya disebut “100 persen” (Pearce, 2009).

Kadar hemoglobin dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, ketinggian tempat tinggal, kebiasaan merokok elektrik, kehamilan, kekurangan nutrisi (zat besi, fosfat, vitamin B12, Vitamin A). Inflamasi akut dan kronis, infeksi parasit, dan penyakit bawaan (WHO, 2011). Pemeriksaan kadar haemoglobin bertujuan untuk menentukan konsentrasi atau kadar hemoglobin dalam darah dengan satuan g/dl atau g% atau g/100ml(Nugraha, 2015). Adapun nilai rujukan kadar hemoglobin berdasarkan usia dan jenis kelamin seperti pada Tabel berikut ini:

Table 1. Nilai Rujukan Kadar Hemoglobin

Kategori	Nilai Rujukan g/dl
Bayi Baru lahir	14 – 24 g/dl
Bayi	10 – 17 g/dl
Anak	11 – 26 g/dl
Pria Dewasa	13,5 – 17 g/dl
Wanita Dewasa	12 – 15 g/dl

(Sumber : Nugraha, 2015)

4. Faktor – faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin

Berikut merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar hemoglobin adalah sebagai berikut :

a. Usia dan jenis kelamin

Umur dan jenis kelamin adalah faktor yang cukup menentukan kadar hemoglobin darah. Nilai media hemoglobin naik selama 10 tahun pada masa anak-anak, selanjutnya akan meningkat pada masa Pubertas. Pada usia lanjut, dengan bertambahnya umur seseorang seperti hilangnya masa jaringan aktif, dan berkurangnya fungsi dari banyak organ dalam tubuh manusia menyebabkan kadar hemoglobin menurun. Dan juga pada anak-anak, orang tua, wanita hamil akan lebih mudah mengalami penurunan kadar hemoglobin.

Pada anak-anak dapat disebabkan karena pertumbuhan anak – anak yang cukup pesat dan tidak di imbangi dengan asupan zat besi sehingga menurunkan kadar hemoglobin (Nugrahani, 2013).

b. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik yang dilakukan manusia akan berpengaruh terhadap peningkatan atau penurunan kadar hemoglobin dalam darah. Aktivitas fisik terbagi atas aktivitas fisik ringan, aktivitas fisik sedang dan aktivitas fisik berat. Aktivitas fisik yang dapat mempengaruhi kadar Hb ialah aktivitas fisik intensitas sedang hingga berat. Perubahan kadar Hb melalui aktivitas fisik sedang (jogging, bersepeda, senam aerobic) sampai yang berat (renang, sepak bola, gulat), dihipotesiskan terjadi karena perubahan volume plasma, perubahan Ph, dan hemolisis intravascular (Valerie I.R.Gunandi et al, 2016).

Aktivitas fisik berat dapat memicu terjadinya ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan sistem pertahanan antioksidan tubuh, yang dikenal sebagai stres oksidatif. Pada kondisi stres oksidatif, radikal bebas akan menyebabkan terjadinya peroksidasi lipid membran sel dan merusak organisasi membran sel. Membran sel ini sangat penting bagi fungsi reseptor dan fungsi enzim, sehingga terjadinya peroksidasi lipid membran sel oleh radikal bebas yang dapat mengakibatkan hilangnya fungsi seluler secara total. Peroksidasi lipid membran sel memudahkan sel eritrosit mengalami hemolisis, yaitu terjadinya lisis pada membran.

c. Ketinggian tempat tinggal

Dataran yang sangat tinggi, dengan jumlah oksigen dalam udara yang sangat rendah, oksigen dalam jumlah yang tidak cukup itu diangkut ke jaringan, dan menyebabkan produksi sel darah merah meningkat (Desmawati, 2013).

d. Nutrisi

Pematangan dan kecepatan produksi sel darah merah oleh sumsum tulang belakang sangat dipengaruhi oleh status nutrisi seseorang. Dua vitamin yang khususnya penting untuk pematangan sel darah merah adalah vitamin B12 dan asam folat. Zat besi juga dibutuhkan dalam pembentukan hemoglobin dan merupakan unsur yang penting dalam Tubuh. Zat besi terdapat dalam daging, kacang-kacangan, dan sayuran hijau. Vitamin B12 terdapat pada kerang dan makanan laut. Asam folat disintesis pada berbagai macam tanaman dan bakteri (Desmawati, 2013).

e. Kebiasaan merokok elektrik

Merokok dapat meningkatkan kadar hemoglobin, karbonmonoksida dianggap sebagai perantara untuk mengikat hemoglobin dan membentuk karboksihemoglobin (HbCO). Jumlah rokok yang dikonsumsi per hari mempengaruhi peningkatan terhadap rata-rata kadar hemoglobin dan kadar karboksihemoglobin (Khan et al., 2014).

Jenis kandungan rokok karbonmonoksida dan nikotin dapat mempengaruhi peningkatan kadar hemoglobin. Karbonmonoksida memiliki ikatan yang kuat terhadap hemoglobin sehingga pada perokok dapat meningkatkan ikatan antara karbonmonoksida dengan hemoglobin (Kipyatullizam et al., 2016).

Asap rokok terdiri dari 4000 bahan kimia dan 200 diantaranya beracun, antara lain karbonmonoksida (CO) yang dihasilkan oleh asap rokok dan dapat menyebabkan pembuluh darah konstriksi, sehingga tekanan darah naik, dinding pembuluh darah dapat robek (Suparto, 2012).

Gas CO dapat pula menimbulkan desaturasi hemoglobin, menurunkan langsung peredaran oksigen untuk jaringan seluruh tubuh termasuk otot jantung. Hasil penelitian juga menyatakan bahwa merokok dapat menyebabkan peningkatan

konsentrasi hemoglobin (Hb) yang diyakini diakibatkan oleh paparan karbonmonoksida (Wahyuni, 2011).

5. Metode pemeriksaan hemoglobin

Penetapan kadar hemoglobin dapat ditentukan dengan bermacam-macam cara, seperti hb sahli, cyanmethemoglobin, hematologi analyzer. Salah satunya dengan menggunakan metode *Point of Care Testing* (POCT). Kadar hemoglobin dinyatakan dalam g/dl. Berikut beberapa metode pemeriksaan hemoglobin :

a. Metode sahli

Metode sahli merupakan metode pemeriksaan hemoglobin yang dilakukan secara visual. Pemeriksaan hemoglobin dengan cara darah diencerkan dengan larutan HCl agar hemoglobin berubah menjadi asam hematin, kemudian dicampur dengan aquadest hingga warnanya sesuai dengan warna standar. Penggunaan HCl dikarenakan asam klorida adalah asam monoprotik yang sulit menjalani reaksi redoks. Selain itu juga merupakan asam yang paling tidak berbahaya dibandingkan asam kuat lainnya. HCl mengandung ion klorida yang tidak reaktif dan tidak beracun. Dengan berbagai pertimbangan tersebut, asam klorida merupakan reagen pengasam yang sangat baik. Penambahan HCl dalam darah maka HCl akan menghidrolisis hemoglobin menjadi globin ferroheme (Kusumawati et al., 2018).

b. Metode cyanmethemoglobin

Metode fotometrik cyanmethemoglobin merupakan metode estimasi kadar hemoglobin yang paling akurat. Prinsip metode ini adalah darah

diencerkan dengan larutan drabkin sehingga terjadi hemolisis eritrosit dan konvensi hemoglobin menjadi hemoglobinsianida (*chyanmethhemoglobin*). Larutan yang terbentuk selanjutnya diperiksa dengan spektrofotometer (colorimeter) yang absorbansinya sebanding dengan kadar hemoglobin dalam darah. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Puspitasari et al. 2020) dengan judul hasil pemeriksaan Hematologi Antara Metode Point Of Care Testing dengan Metode Cyanmethemoglobin pada ibu hamil menerangkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara rata-rata hasil pemeriksaan kadar hemoglobin metode POCT darah kapiler dengan metode Cyanethemoglobin darah vena.

c. Metode hematologi analyzer

Darah merupakan cairan yang berfungsi untuk mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme, dan juga sebagai pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri. Komponen penyusun darah terdiri dari sel darah (eritrosit, leukosit dan trombosit) dan plasma. Pemeriksaan darah (hematologi) digunakan sebagai uji saring untuk mengetahui adanya kelainan proses fisiologi tubuh, membantu menetapkan diagnosis, membuat diagnosis banding, memantau perkembangan penyakit, penatalaksanaan penderita dan menentukan prognosis. Jenis pemeriksaan hematologi rutin dibedakan menjadi dua metode yaitu perhitungan manual dan otomatis. Parameter untuk perhitungan sel darah rutin terdiri dari eritrosit, leukosit, trombosit, MCV, MCH, MCHC, dan hematokrit. Perhitungan manual sel darah menggunakan kamar hitung dan adanya faktor pengenceran kemudian

dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop. Perhitung sel darah dengan memanfaatkan teknologi otomatis menggunakan hematologi analyzer untuk melakukan pemeriksaan terhadap kadar darah dalam tubuh manusia. Teknologi hematologi *analyzer* mencakup tiga prinsip dasar pemeriksaan yaitu : *impedance, flowcytometry, dan fluorescent cytometry* (Isma dan Usman., 2017).

d. Metode *Point of Care Testing* (POCT)

Metode digital (POCT) dengan menggunakan *Easy Touch Hemoglobin* memiliki prinsip kerja menghitung kadar hemoglobin pada sampel darah berdasarkan kepada perubahan potensial listrik terbentuk secara singkat dipengaruhi oleh interaksi kimia antara sampel darah yang diukur dengan elektroda terhadap strip. Alat *Easy Touch Hemoglobin* ini merupakan alat yang sangat mudah digunakan dan hasil yang didapatkan mendekati hasil sebenarnya apabila dibandingkan dengan alat lainnya seperti cara sahli (Meimi Lailla dan Zainiar, 2021).

Pada penelitian kali ini, kadar hemoglobin ditentukan dengan menggunakan metode alat pemeriksaan *Easy Touch Hemoglobin* dengan sampel darah kapiler. Pengukuran hemoglobin menggunakan alat *Easy Touch Hemoglobin* dengan metode *Point of Care Testing (POCT)*. Prinsip dari teknologi pengukuran POCT yang dapat digunakan untuk mengukur kadar hemoglobin adalah *Amperometric Detection* dimana metode deteksi menggunakan pengukuran arus listrik yang dihasilkan pada sebuah reaksi elektrokimia. Ketika darah diteteskan pada strip, akan terjadi reaksi antara

bahan kimia yang ada dalam strip. Reaksi ini akan menghasilkan arus listrik yang besarnya setara dengan bahan kimia yang ada dalam darah.

POCT memiliki sejumlah kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya ialah penggunaannya yang praktis, mudah serta efisien, membutuhkan sampel yang sedikit sehingga meminimalisir kesalahan pada tahap pra-analitik, hasil yang lebih cepat dan beberapa hal lainnya. Namun kekurangannya yang sangat menonjol dari POCT adalah proses QC (*Quality Control*) yang masih kurang baik sehingga akurasi dan presisinya yang belum sebaik hasil dari alat hematologi analyz.

F. Hubungan Antara Kadar Hemoglobin Dengan Merokok Elektrik

Dalam penelitiannya, Adamson (2005) yang menyatakan terjadinya penurunan kadar hemoglobin darah pada perokok berat. Penurunan ini terjadi karena reflek dari mekanisme kompensasi tubuh terhadap rendahnya kadar oksigen yang berikatan dengan hemoglobin akibat digeser oleh karbonmonoksida yang mempunyai afinitas terhadap hemoglobin yang menurun. Maka, tubuh akan meningkatkan proses hematopoiesis lalu menurunkan produksi hemoglobin, akibat dari rendahnya tekanan parsial oksigen (PO₂) di dalam tubuh (Adamsom,2005).

G. Anemia

Anemia merupakan keadaan dimana massa eritrosit atau massa hemoglobin yang beredar dalam tubuh tidak dapat berfungsi sebagai menyediakan oksigen bagi jaringan tubuh. Anemia ialah kelainan hematologi yang sering dijumpai di pusat pelayanan kesehatan maupun di lingkungan masyarakat (Prasetya & Wihandani, 2019).

Anemia terjadi disebabkan oleh faktor defisiensi zat besi yang ditandai dengan rendahnya kadar hemoglobin dan terjadi penurunan kadar ferritin. Kadar ferritin merupakan sejenis protein dalam tubuh, yang memiliki fungsi untuk mengikat zat besi. Anemia merupakan suatu keadaan dimana sel darah merah (hemoglobin) atau protein pembawa oksigen berada dibawah normal (Rusdi, Oenzil dan Chundrayetti., 2018).

H. Polisetemia

Polisitemia merupakan dimana kadar hemoglobin dalam keadaan lebih dari 16,5 g/Dl pada laki-laki, sedangkan pada perempuan dimana kadar hemoglobin lebih dari 16,0 g/Dl. Polisitemia atau sering disebut dengan eritrositosis ialah peningkatan jumlah sel darah merah dalam sirkulasi (Cahyanur & Rinaldi, 2019).