

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Remaja

Menurut organisasi kesehatan dunia, remaja adalah individu yang berada dalam kategori usia 10 hingga 19 tahun. Namun, berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 25 tahun 2014, remaja diartikan sebagai individu berusia 10 hingga 18 tahun. Sementara itu, Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana (BKKBN) mendefinisikan remaja sebagai kelompok usia 10 sampai 24 tahun yang belum mengikat janji pernikahan. Data dari Sensus Penduduk 2010 menunjukkan bahwa jumlah orang dalam rentang usia 10-19 tahun di Indonesia mencapai 43,5 juta, yang setara dengan sekitar 18% populasi dunia. Diperkirakan, jumlah remaja di seluruh dunia mencapai 1,2 miliar, yang juga mencakup sekitar 18% dari total populasi global (WHO, 2014).

Terdapat sejumlah faktor yang menyebabkan perilaku nakal di kalangan remaja. Perilaku menyimpang ini dipicu oleh empat aspek, yaitu faktor yang berasal dari diri remaja itu sendiri, faktor yang datang dari lingkungan keluarga, faktor yang muncul dari masyarakat, dan yang terakhir adalah faktor yang berasal dari institusi pendidikan (Ahmad, Asdiana & Jayatimar, 2019). Merokok pada remaja sering dianggap sebagai bentuk kenakalan atau perilaku menyimpang. Jumlah perokok di Indonesia menembus angka 62.800.000 orang. Prevalensi pria mencapai 64,9%, sedangkan wanita berada pada 2,1% pada tahun 2013 (Riskesmas, 2013). Berdasarkan hasil survei *Global Youth Tobacco Survey* (GYTS) tahun 2019, ditemukan bahwa 19,2% dari total remaja yang disurvei menghisap tembakau dalam 30 hari terakhir. Di antara remaja yang disurvei, 35,6% adalah laki-laki dan 3,5% perempuan (Purnomo, 2019).

B. Rokok Elektronik

1. Definisi rokok elektronik

Rokok elektrik, juga disebut sebagai *Electronic Nicotine Delivery Systems* (ENDS) dan *Electronic Non-Nicotine Delivery Systems* (ENNDS), merupakan perangkat yang memanaskan cairan untuk menghasilkan aerosol yang dihirup oleh pengguna. Cairan ini dapat mengandung nikotin atau tidak, dan umumnya terdiri dari propilen glikol, gliserol (opsional), serta bahan perasa. Rokok elektrik merupakan alat yang dirancang untuk menyediakan nikotin tanpa menghasilkan asap dari tembakau. Ini dilakukan dengan cara memanaskan campuran nikotin, rasa, propilen glikol, dan gliserol. Rokok elektrik, yang lebih dikenal sebagai vaporizer, menawarkan pilihan alternatif untuk rokok tembakau, karena tidak mengandung tar dan karbon monoksida yang ada dalam rokok tradisional, meskipun masih mengandung nikotin. Walaupun bebas dari tembakau, pemakaian rokok elektrik tetap berisiko bagi kesehatan dan dianggap berbahaya (WHO, 2020).

Rokok elektrik adalah salah satu jenis Hasil Produksi Tembakau Lain (HPTL) yang mengandung nikotin dan bahan perasa, digunakan dengan menghirup uap yang dihasilkan oleh alat pemanas elektronik (KemenKes, 2020). Alat ini berbasis baterai dan menggunakan listrik untuk menguapkan nikotin cair. Walaupun tidak melibatkan proses pembakaran tembakau, rokok elektrik dirancang untuk memberikan nikotin serta pengalaman merokok kepada penggunanya (Tebuireng, 2015).

2. Sejarah rokok elektrik

Perkembangan Vape di Indonesia sendiri, Menurut Consumer Advocates for Smoke Free Alternative, perangkat vape atau rokok elektrik sudah ada sejak tahun 1930. Bukti adanya vape pada saat itu terdapat dalam dokumen yang mencantumkan hak paten rokok elektrik yang diberikan kepada Joseph Robinson. Pada tahun 1960-an, Herbert A. Gilbert muncul sebagai kreator perangkat yang mirip dengan rokok elektronik. Gilbert kemudian memperoleh hak paten untuk rokok elektrik tersebut. Namun, produk ini tidak berhasil dipasarkan, sampai pada

akhir tahun 1970-an hingga awal 1980-an, vape mendapat popularitas dari Phil Ray, yang berkolaborasi dengan ilmuwan fisika Norman Jacobson. Phil Ray dan Norman Jacobson melakukan penelitian untuk menciptakan alat penghantar nikotin, tetapi penelitian tersebut mengalami kendala yang menghentikan perkembangannya. Menariknya, keduanya berhasil membuat istilah vape menjadi terkenal hingga sekarang.

Rokok elektrik sering dipasarkan sebagai alternatif yang lebih aman untuk berhenti merokok, dengan label "HEALTH" pada kemasannya. Akan tetapi, keberadaan barang ini tetap menjadi perdebatan, dan di sejumlah negara, vape dianggap melanggar hukum dan dilarang (Fitriani dan Mustafa, 2020).

3. Kandungan rokok elektrik

Cairan yang terdapat pada cartridge rokok elektrik biasanya terdiri dari campuran propilen glikol, gliserol, nikotin, dan bahan perasa, yang dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Nikotin

Nikotin adalah senyawa toksik yang kuat dan kompleks. Penggunaan jangka panjang dapat menyebabkan akumulasi nikotin dalam tubuh, yang berpotensi menyebabkan masalah pada pembuluh darah seperti penyempitan atau pengentalan darah. Meskipun kadar nikotin dalam rokok elektrik biasanya lebih rendah dibandingkan dengan rokok konvensional, akumulasi nikotin tetap bisa menimbulkan risiko kesehatan yang serupa. Efek dari nikotin meliputi kecanduan serta kerusakan pada otak, jantung, paru-paru, dan hati. Kadar nikotin dalam uap rokok elektrik bervariasi antara 0,5 hingga 15,4 mg, dengan sebagian besar perangkat ini mengirimkan nikotin secara efektif dalam 150-180 hisapan pertama (Goniewicz et al., 2013).

b. Propilen glikol dan gliserol

Propilen glikol dan gliserol, merupakan humektan dan emollient yang biasa digunakan dalam produk kosmetik. Dalam rokok elektrik, keduanya berfungsi sebagai pembawa nikotin dan bahan perasa, serta untuk menghasilkan uap yang menyerupai asap rokok. Propilen glikol umumnya terkandung dalam kadar 60%-90%, sedangkan gliserol lebih dari 15% dalam cairan e-liquid rokok elektrik. Paparan terhadap uap buatan yang mengandung zat-zat ini dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti sakit tenggorokan, asma, dan penurunan fungsi paru-paru (Pisinger & Dossing, 2014).

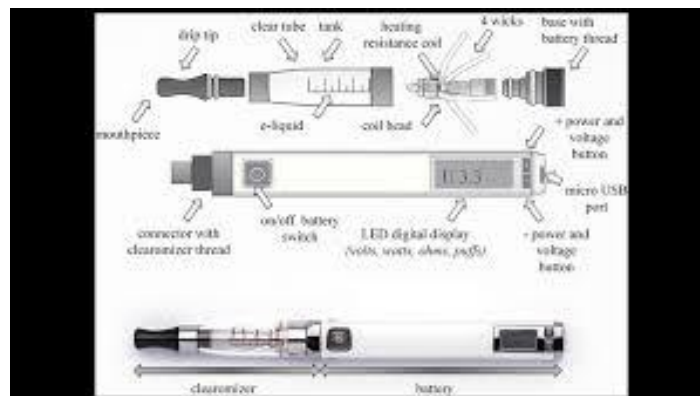
c. Perisa (*flavoring*)

Perisa yang digunakan dalam rokok elektrik diklaim mirip dengan yang terdapat dalam produk makanan, namun keamanannya dalam rokok elektrik belum sepenuhnya diuji dan disetujui. Perisa ini dipanaskan dan diuapkan sebelum dihirup ke paru-paru. Sebagai contoh, Diacetyl, yang aman dikonsumsi dalam makanan seperti mentega, dapat menyebabkan bronchiolitis obliterans, penyakit paru-paru serius, jika dihirup (CDC, 2017). Selain itu, beberapa senyawa lain yang ditemukan dalam rokok elektrik mencakup logam, karbonil, *tobacco-specific nitrosamines* (TSNAs), dan *diethylene glycol* (DEG). Setiap embusan uap rokok elektrik mengandung partikel logam seperti timah, perak, nikel, aluminium, dan kromium (Williams et al., 2013; Hutzler et al., 2014).

4. Struktur rokok elektrik

Rokok elektrik adalah perangkat yang mengubah bahan kimia menjadi uap dengan menggunakan baterai atau listrik, yang kemudian dihirup ke paru-paru. Secara umum, rokok elektrik terdiri dari tiga komponen utama: baterai, pemanas logam (atomizer), dan cartridge yang mengandung cairan kimia. Dengan perkembangan teknologi, desain rokok elektrik terus diperbarui. Saat ini, rokok elektrik telah mencapai generasi ketiga, dengan sistem tangki yang lebih mudah digunakan, dan beberapa model bahkan terhubung dengan perangkat ponsel. Rokok elektrik dikenal dengan berbagai istilah seperti vape, personal vaporizer (PV), e-cigs,

vapor, electrosmoke, green cig, dan smart cigarette. Cairan dalam cartridge disebut e-juice atau e-liquid, sementara penggunaan rokok elektrik dikenal sebagai vaping (BPOM, 2017).



Gambar 1. Struktur Rokok Elektronik (Sumber: Buku kajian rokok elektronik di Indonesia 2017).

Dawkins (2014) mengklasifikasikan perkembangan rokok elektrik dalam tiga generasi sebagai berikut:

a. Generasi pertama (*cigalike*)

Bentuknya mirip dengan rokok konvensional, mudah digunakan, dan cartridge dapat diganti setelah cairan habis. Perangkat ini bersifat sekali pakai, dengan jumlah hisapan berkisar antara 200-500 puff.

b. Generasi kedua (*pen-like or screwdriver-like*)

Bentuknya menyerupai pena atau obeng, tersedia dalam berbagai warna dan model cartridge, dengan kapasitas baterai yang lebih besar. Cartridge dan atomizer terpisah, memungkinkan pengguna untuk mengisi atau mencampur isi cartridge sesuai keinginan.

c. Generasi ketiga dan selanjutnya (*tank systems, mods*)

Merupakan pengembangan dari generasi kedua, menggunakan sistem tangki dengan kapasitas baterai yang lebih besar dan komponen yang dapat dipisahkan (*customizable*). Hal ini memudahkan pengguna untuk mengisi atau memodifikasi cairan.



Gambar 2. Perkembangan Teknologi Rokok Elektronik

(Sumber: Buku kajian rokok elektronik di Indonesia 2017)

C. Rokok Konvensional

1. Definisi rokok konvensional

Rokok konvensional adalah produk tembakau yang dirancang untuk dibakar dan dihisap oleh penggunanya. Umumnya, rokok ini terdiri dari tembakau kering yang dibungkus dengan kertas khusus. Ketika dibakar, rokok konvensional menghasilkan asap yang mengandung nikotin, tar, dan berbagai zat kimia berbahaya lainnya. Nikotin, yang merupakan zat adiktif utama, dapat menyebabkan ketergantungan, sementara tar dan zat kimia berbahaya lainnya dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti kanker paru-paru, penyakit jantung, dan gangguan pernapasan. Beragam jenis rokok konvensional termasuk rokok kretek, rokok putih, dan rokok menthol, masing-masing dengan bahan tambahan dan metode pembuatan yang unik (Rahmawati, 2018).

Rokok konvensional umumnya memiliki bentuk silinder dengan panjang antara 70 hingga 120 mm dan diameter sekitar 10 mm. Rokok ini dibuat dari kertas yang membungkus daun tembakau yang telah dihancurkan. Untuk menggunakannya, salah satu ujung rokok dibakar, sementara ujung lainnya dibiarkan untuk dihisap, sehingga asapnya dapat dihirup. Rokok konvensional biasanya dikemas dalam kotak atau kemasan kertas yang cukup kecil untuk dimasukkan ke dalam saku (Fajar, 2011).

2. Sejarah rokok konvensional

Sejarah rokok konvensional dapat ditelusuri kembali ke beberapa abad yang lalu. Penggunaan rokok pertama kali dimulai oleh suku-suku asli di Amerika, yang mengeringkan daun tembakau dan membakarnya untuk dihirup dalam ritual keagamaan atau kegiatan sosial. Kebiasaan ini kemudian diperkenalkan ke Eropa oleh para penjelajah Spanyol pada akhir abad ke-15 setelah penemuan benua Amerika oleh Columbus. Pada abad ke-16, rokok mulai menyebar ke seluruh Eropa dan menjadi populer di kalangan kalangan bangsawan. Namun, bentuk modern rokok yang dibungkus dengan kertas baru mulai berkembang pada abad ke-19. Produksi rokok secara massal dimulai setelah diciptakannya mesin pembuat rokok pada akhir abad ke-19, yang membuat rokok menjadi lebih terjangkau dan mudah diakses oleh masyarakat umum(n.d,2023).

Pada abad ke-20, popularitas rokok konvensional meningkat secara signifikan, terutama setelah Perang Dunia I dan II, ketika rokok menjadi bagian dari ransum bagi tentara. Namun, pada paruh kedua abad ke-20, mulai muncul bukti ilmiah mengenai dampak negatif merokok terhadap kesehatan. Sejak saat itu, kampanye kesehatan publik dan regulasi pemerintah mulai diterapkan untuk membatasi konsumsi rokok dan meningkatkan kesadaran tentang risiko kesehatan serius yang ditimbulkan oleh merokok(n.d,2023).

3. Jenis rokok konvensional

Menurut Rahmat Fajar (2011), rokok dapat dikelompokkan berdasarkan berbagai kriteria berikut:

- a. Berdasarkan ada atau tidaknya filter
 1. Rokok filter

Rokok ini dilengkapi dengan filter yang berfungsi untuk mengurangi nikotin, salah satu zat berbahaya yang terdapat dalam rokok. Filter ini terbuat dari bahan busa serabut sintetis.

2. Rokok tidak berfilter

Rokok jenis ini tidak memiliki filter pada kedua ujungnya, sehingga semua zat berbahaya dapat langsung masuk ke dalam tubuh perokok.

b. Berdasarkan bahan pembungkus

1. Rokok klobot

Rokok ini dibungkus dengan daun jagung kering dan diisi dengan potongan tembakau yang telah dikeringkan, serta bahan tambahan lain untuk meningkatkan rasa.

2. Rokok kawung

Rokok ini dibungkus dengan daun aren yang telah dikeringkan, lalu diisi dengan potongan tembakau kering dan bahan tambahan seperti cengkeh atau kemenyan.

3. Sigaret

Jenis rokok yang paling umum yang dibungkus dengan kertas.

4. Cerutu

Rokok ini dibungkus dengan daun tembakau dan juga diisi dengan irisan tembakau.

c. Berdasarkan bahan baku atau isi

1. Rokok putih

Rokok ini hanya menggunakan daun tembakau sebagai bahan baku yang diberi saus untuk memperoleh rasa dan aroma tertentu.

2. Rokok kretek

Rokok ini terbuat dari daun tembakau dan cengkeh, yang diberi saus untuk memberikan rasa dan aroma khas. Umumnya, rokok kretek tidak dilengkapi dengan filter.

3. Rokok klembak

Rokok ini mengandung daun tembakau, cengkeh, dan kemenyan, serta diberi saus untuk efek rasa dan aroma yang khas.

4. Kandungan rokok konvensional

a. Nikotin

Nikotin merupakan alkaloid yang terdapat pada tanaman tembakau. Nikotin memengaruhi sistem saraf pusat dengan merangsang sistem perifer dengan melalui pelepasan berbagai neurotransmitter, yang mengakibatkan vasokonstriksi pada pembuluh darah perifer, peningkatan detak jantung, kenaikan tekanan darah, peningkatan curah jantung, serta pengurangan kecemasan. Nikotin dengan dosis 60 mg dapat menyebabkan kematian dalam beberapa menit, diperkirakan pada perokok kandungan nikotin hanya terhisap sebanyak 10% dari jumlah tersebut. Keracunan nikotin dapat menyebabkan tubuh menjadi gemetar, kejang-kejang hingga kematian. Kematian ini dapat disebabkan oleh kelumpuhan otot-otot yang digunakan dalam pernapasan, yang terjadi akibat penyumbatan pada sistem saraf motorik. Penggunaan nikotin dalam jumlah kecil dapat menyebabkan peningkatan laju pernapasan karena tubuh berusaha memetabolisme dampak dari nikotin tersebut. (Aji, Maulinda and Amin, 2015).

b. Tar

Tar adalah suatu zat sisa atau residu yang terdapat didalam asap rokok. Tar merupakan cairan kental berwarna coklat tua atau hitam yang mengandung berbagai jenis hidrokarbon aromatik polisiklik, amin aromatik, dan N-nitrosamine. Zat ini bersifat lengket dan dapat menempel di organ paru-paru. Sebagai senyawa yang berbahaya, tar mempunyai sifat karsinogenik yang dapat memicu kanker serta berbagai penyakit lainnya. Efek negatif bagi manusia meliputi kerusakan sel-sel dalam pembuluh darah, produksi lendir di paru-paru meningkat, dan risiko kanker paru-paru meningkat (Emelda et al., 2024).

c. Gas karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida merupakan salah satu penyebab utama penyakit kardiovaskuler atau penyakit jantung pada perokok. Gas ini tidak berbau dan terbentuk akibat tidak sempurnanya saat proses pembakaran karbon. Gas CO dapat memicu penyakit jantung karena kemampuannya mengikat oksigen dalam tubuh. Gas CO mengganggu proses transportasi oksigen dalam darah dengan mengikat hemoglobin, yang mengakibatkan kekurangan oksigen pada tubuh. Ini disebabkan oleh afinitas gas CO terhadap hemoglobin sekitar 200 kali lebih kuat dibandingkan dengan afinitas hemoglobin terhadap oksigen. (HbO_2). Sebagai akibatnya, setiap kali menghirup asap rokok, sel-sel eritrosit kekurangan oksigen karena yang terikat adalah gas CO (Emelda et al., 2024)

d. Radikal bebas

Radikal bebas merupakan molekul yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan dan ada secara mandiri. Karena jumlah elektron yang dimiliki berjumlah ganjil, radikal bebas cenderung memiliki umur yang singkat, sangat tidak stabil dan reaktif. Radikal bebas mampu bereaksi dengan cepat dengan molekul lain untuk menangkap elektron dan mencapai kestabilan. Proses ini terjadi ketika radikal bebas mengambil elektron dari molekul terdekat, menyebabkan molekul tersebut menjadi radikal bebas karena kehilangan elektron dan memicu reaksi berantai yang dapat merusak sel. Beberapa contoh radikal bebas adalah Superoksida (O_2^-), Radikal oksigen (O_2), Alkoxyradikal (RO), Hidroksil (OH), Nitrat oksida (NO), Radikal peroxy (ROO), dan Nitrogen dioksida (NO_2). Asap rokok merupakan salah satu radikal bebas. Radikal bebas secara alami dinetralkan oleh antioksidan untuk mencapai kestabilan. Pada konsentrasi rendah hingga sedang, radikal bebas memiliki peran dalam fungsi fisiologis sel, tetapi pada konsentrasi tinggi, radikal bebas dapat menyebabkan perubahan yang berdampak negatif pada komponen sel seperti lipid, protein, dan DNA, bahkan hingga menyebabkan kematian sel (Virlando Suryadinata, 2018).

5. Dampak merokok

a. Penyakit sistem pernafasan

Perokok aktif cenderung memiliki risiko tinggi menderita penyakit pernafasan, Penyakit pada saluran pernafasan yang dapat muncul, seperti asma, yang dapat disebabkan oleh residu partikel yang bersifat beracun dari asam rokok dan masuknya ke saluran pernafasan menyebabkan terjadinya peradangan. Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) yang disebabkan oleh paparan asap rokok, dapat mengakibatkan emfisema akibat kerusakan pada kantung udara serta bronkitis kronis. Tuberkulosis (TBC), penyakit ini timbul akibat oleh bakteri yang menyerang paru-paru, merokok dapat meningkatkan terjadi risiko terinfeksi TBC baik pada tahap infeksi, hingga pada tingkat kematian.

b. Kanker

Merokok menjadi salah satu faktor risiko penyebab kematian pada kanker.

Beberapa jenis kanker yang disebabkan oleh merokok, yaitu kanker paru-paru, hal ini disebabkan oleh senyawa karsinogenik yang terdapat di rokok akan terinhalasi ke dalam paru-paru merangsang sel di paru-paru menjadi abnormal. Kanker mulut adanya kandungan tembakau dirokok dapat menyebabkan kanker mulut. Kanker kerongkongan, penyakit ini dapat disebabkan oleh asap rokok karena DNA dari sel-sel esofagus dapat dirusak oleh asap rokok. Kanker serviks, Perempuan yang mempunyai kebiasaan merokok memiliki risiko yang lebih tinggi terkena kanker serviks, hal ini dapat disebabkan oleh residu pembakaran ditemukan pada leher rahim, sehingga dicurigai residu ini dapat merusak DNA sel leher rahim. Kanker payudara, kandungan senyawa karsinogenik dapat merusak sel-sel yang terdapat di payudara.

c. Penyakit kardiovaskuler

Zat utama yang terkandung dalam rokok, seperti nikotin, karbon monoksida, dan partikel lainnya, jika terpapar dalam waktu yang panjang akan berdampak pada gangguan pembuluh darah seperti penyempitan pembuluh darah. Kondisi ini akan mengakibatkan kerja jantung

untuk memompa darah menjadi lebih tinggi. Paparan karbon monoksida dapat mengikat oksigen dan menyebabkan ketersediaan oksigen menjadi berkurang. Sedangkan partikulat berbahaya lainnya dapat menyebabkan inflamasi pada pembuluh darah. Penyakit yang dapat ditimbulkan yaitu hipertensi, aterosklerosis, dan stroke.

d. Penyakit sistem reproduksi

Merokok dapat mempengaruhi sistem reproduksi baik laki-laki maupun perempuan. Pada perempuan, rokok dapat mengganggu kesuburan akibat toksisitas langsung sel telur dan gangguan motilitas. Pada ibu hamil yang merokok dapat berefek pada janin, dari pertumbuhan janin hingga kematian bayi. Pada pria, merokok dapat mengganggu ereksi, kandungan nikotin dapat mempersempit arteri sehingga aliran darah ke penis menjadi berkurang (Lukito and Endang, 2019).

e. Gangguan fungsi hati

Paparan asap rokok yang berkepanjangan dapat menyebabkan penyakit jantung, gangguan pernapasan, dan kanker (Tanoeisan, Mewo, dan Kaligis, 2016). Selain itu, merokok dapat memicu peroksidasi lipid yang berpotensi merusak membran sel hati. Jika terjadi kerusakan pada sel hati, kadar SGPT dan SGOT pada perokok akan meningkat (Alsahen dan Abdalsalam, 2014).

D. Hati

1. Definisi hati

Hati adalah organ yang paling sering mengalami kerusakan saat terpapar bahan beracun. Zat beracun yang masuk ke dalam tubuh akan menjalani proses pembersihan (dinetralkan) di dalam hati melalui fungsi hati. Zat beracun tersebut akan diubah menjadi senyawa lain yang tidak berbahaya bagi tubuh. Jika jumlah racun yang masuk ke dalam tubuh relatif sedikit atau jika proses detoksifikasi berjalan dengan baik, maka tidak akan muncul gejala keracunan.

Namun, jika racun memasuki hati dalam jumlah besar, hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada struktur mikroskopis hati (Jayati, 2015).

Hati (dalam bahasa Yunani: hepar) adalah kelenjar terbesar di tubuh yang terletak di bagian atas kanan rongga perut, di bawah diafragma yang memisahkan rongga tubuh bagian atas. Hati terdiri dari dua lobus utama, yaitu lobus kanan dan lobus kiri. Organ ini menerima pasokan darah dari dua sumber, yakni arteri hepatica dan vena porta. Penerangan mengenai pembuluh darah ini dapat dijelaskan sebagai berikut (Irianto, 2012):

a. Arteri hepatica

Pembuluh darah yang membawa darah kaya akan oksigen yang keluar dari aorta dan memberikan 1/5 darahnya kepada hati dimana darah ini mempunyai kejenuhan oksigen 95-100%.

b. Vena porta

Pembuluh darah yang miskin oksigen tetapi kaya akan asam amino, monosakarida, vitamin yang larut dalam air, dan mineral.

2. Faktor penyebab gangguan pada hati

a) Mengonsumsi minuman beralkohol (*alkoholisme*)

Jika seseorang mengonsumsi alkohol secara terus-menerus, enzim pencernaan akan mengalami kejenuhan karena proses oksidasi alkohol, yang dapat mempercepat peningkatan kadar alkohol dalam darah. Penyakit yang dapat disebabkan oleh konsumsi alkohol mencakup gangguan fungsi hati, seperti penyakit hati alkoholik (*alcoholic liver disease*), yang terdiri dari perlemakan hati, hepatitis alkoholik, dan sirosis (Conreng, Waleleng, dan Palar, 2014).

b) Merokok

Merokok adalah masalah kesehatan global yang dapat membahayakan berbagai organ tubuh. Paparan asap rokok yang berkepanjangan dapat menyebabkan penyakit jantung, gangguan pernapasan, dan kanker (Tanoeisan, Mewo, dan Kaligis, 2016). Selain itu, merokok dapat

memicu peroksidasi lipid yang berpotensi merusak membran sel hati. Jika terjadi kerusakan pada sel hati, kadar SGPT dan SGOT pada perokok akan meningkat (Alsahen dan Abdalsalam, 2014).

c) Faktor keturunan (kelainan genetik)

Hemokromatosis adalah kelainan metabolisme besi yang bersifat genetik atau diturunkan, yang ditandai oleh pengendapan besi yang berlebihan di dalam jaringan. Pemeriksaan laboratorium yang dilakukan untuk mendeteksi hemokromatosis mencakup analisis terhadap transferin dan ferritin (Departemen Kesehatan RI, 2007).

d) Infeksi virus

Hepatitis virus adalah penyakit peradangan hati yang menular, yang terdiri dari lima jenis: hepatitis A, B, C, D, dan E. Hepatitis telah menginfeksi banyak orang di seluruh dunia, menyebabkan penyakit akut dan kronis, serta menyebabkan kematian sebanyak 1,4 juta orang setiap tahunnya. Penularan hepatitis A dan E terjadi melalui jalur fecal-oral, sedangkan hepatitis B, D, dan C menyebar melalui jalur parenteral, seksual, perinatal, dan transfusi darah (Kaban, 2016).

e) Obat-obatan

Salah satu penyebab kerusakan hati adalah obat-obatan. Obat yang dapat menyebabkan kerusakan hati sering disebut sebagai hepatotoksik, dan fenomena ini dikenal dengan istilah drug-induced liver injury. Meskipun mekanisme drug-induced liver injury belum sepenuhnya dipahami, secara umum ada dua mekanisme yang terlibat, yaitu hepatotoksisitas langsung dan reaksi imun yang merugikan. Hepatotoksisitas langsung berarti obat tersebut merusak hati secara langsung, sedangkan mekanisme lainnya melibatkan perubahan obat oleh hati menjadi senyawa kimia yang dapat membahayakan hati (Hikmah, 2014).

3. Pemeriksaan laboratorium

Menurut Rosida (2016), pemeriksaan fungsi hati dilakukan untuk mendeteksi kelainan atau penyakit hati membantu proses diagnosis, menilai tingkat keparahan penyakit, menentukan penyebabnya, mengevaluasi hasil pengobatan, serta menilai prognosis dan gangguan fungsi hati. Berikut adalah beberapa parameter yang diperiksa:

a. Albumin

Albumin adalah protein utama yang diproduksi oleh hati. Fungsinya meliputi pengaturan tekanan onkotik serta transportasi nutrisi, hormon, asam lemak, dan produk limbah. Penurunan kadar albumin dalam serum (hipoalbuminemia) sering kali menunjukkan adanya gangguan dalam fungsi sintesis hati, terutama pada kasus kerusakan hati yang luas dan kronis. Hipoalbuminemia juga dapat disebabkan oleh kebocoran albumin dari ginjal (misalnya pada gagal ginjal), usus (akibat malabsorpsi protein), atau kulit (misalnya pada luka bakar yang luas). Peningkatan kadar albumin jarang terjadi, kecuali dalam kondisi dehidrasi.

b. Globulin

Globulin terdiri dari beberapa jenis protein, termasuk alpha, beta, dan gamma. Fungsi utama globulin adalah mengangkut hormon, lipid, logam, dan antibodi. Pada sirosis hati, kerusakan pada struktur hati dan penumpukan jaringan ikat dapat mengubah rasio antara albumin dan globulin. Peningkatan kadar globulin, terutama gamma, dapat terjadi akibat peningkatan produksi antibodi, sementara penurunan kadar globulin dapat menunjukkan penurunan imunitas, malnutrisi, malabsorpsi, atau penyakit pada hati dan ginjal.

c. Bilirubin

Bilirubin adalah produk pemecahan heme dari sel darah merah yang terjadi melalui sistem retikuloendotel. Akumulasi bilirubin di kulit, sklera, dan membran mukosa menyebabkan kondisi yang dikenal sebagai ikterus, yang ditandai dengan warna kuning. Kadar bilirubin yang melebihi 3 mg/dL umumnya dapat menyebabkan ikterus. Pemeriksaan bilirubin, yang

mencakup bilirubin serum total, bilirubin langsung, bilirubin tidak langsung, serta produk turunannya seperti urobilinogen dan sterkobilin, digunakan untuk mengevaluasi fungsi ekskresi hati. Peningkatan kadar bilirubin serum dapat menunjukkan adanya gangguan dalam ekskresi bilirubin atau fungsi hati yang terganggu.

d. SGOT/SGPT

Enzim transaminase, yang meliputi *alanine transaminase* (ALT) atau *serum glutamate pyruvate transaminase* (SGPT), dan *aspartate transaminase* (AST) atau *serum glutamate oxaloacetate transaminase* (SGOT), digunakan untuk mendeteksi kelainan pada sel hati. Meskipun tidak sepenuhnya spesifik untuk fungsi hati, aktivitas enzim ini tetap merupakan indikator penting. ALT terutama ditemukan di sel hati, sementara AST ditemukan di berbagai organ, termasuk jantung, hati, otot rangka, dan ginjal. Peningkatan kadar AST/SGOT terkait dengan kerusakan sel hati dan dapat menunjukkan adanya penyakit hati yang disebabkan oleh virus, iskemik, atau kerusakan akibat obat atau zat beracun. Rasio DeRitis antara AST dan ALT dapat membantu menilai tingkat keparahan kerusakan hati.

e. ALP/GGT

Aktivitas enzim *alkaline phosphatase* (ALP) digunakan untuk mengevaluasi fungsi kolestasis dan ditemukan di tulang, hati, serta plasenta. Kadar ALP yang tinggi dapat menunjukkan adanya gangguan hepatobilier. Sementara itu, enzim *gamma-glutamyl transferase* (GGT) terdapat di hati, ginjal, dan pankreas. Peningkatan kadar GGT dapat mengindikasikan kolestasis, ikterus obstruktif, atau kolangitis, yang berkaitan dengan gangguan aliran empedu menuju duodenum.

E. Serum Glutamate Piruvattransferase (SGPT)

1. Pengertian SGPT

Enzim ALT merupakan enzim yang dihasilkan oleh sel-sel hati (hepatosit). Enzim ini banyak terdapat di organ hati, khususnya di mitokondria, dan hanya ada sedikit di jantung serta

otot rangka jika dibandingkan dengan AST. Di dalam otot rangka, piruvat diubah menjadi alanin, yang memperlancar transportasi nitrogen dari otot ke hati. Enzim ini lebih banyak terkonsentrasi di hati, khususnya dalam sitoplasma sel-sel parenkim hati (Kendran, Arjana, dan Pradnyantari, 2017).

Aktivitas SGPT di hati dapat mencapai 3000 kali lebih tinggi dibandingkan aktivitas yang ada dalam serum. Oleh sebab itu, ketika terjadi cedera hepatoselular, pelepasan SGPT dari sel-sel hati yang mengalami cedera akan menyebabkan peningkatan aktivitas SGPT yang terukur di serum. Kerusakan pada hati akan mengakibatkan enzim ini mengalir ke dalam darah, sehingga membuat kadar SGPT dalam aliran darah meningkat, yang menunjukkan adanya masalah pada fungsi hati (Widarti dan Nurqaidah, 2019). Dengan meningkatnya kadar SGPT serum dalam kondisi yang merusak hepatosit, pengukuran kadar SGPT serum dapat secara efisien mendeteksi perkembangan penyakit hati. Kemungkinan terjadinya penyakit hati meningkat secara signifikan, terutama jika peningkatan SGPT dirasakan bersamaan dengan gejala seperti lelah, kehilangan nafsu makan, atau gatal-gatal. Aktivitas SGPT di hati dapat terdeteksi walaupun dalam jumlah yang sangat sedikit (Kahar, 2017).

Kadar ALT/SGPT sering kali dibandingkan dengan AST/SGOT untuk tujuan diagnosa. Peningkatan kadar ALT umumnya lebih khas pada situasi nekrosis hati dan hepatitis akut, sedangkan peningkatan kadar AST lebih sering terjadi pada nekrosis miokardium (seperti pada infark miokard akut), sirosis, kanker hati, hepatitis kronis, dan kongesti hati. Kadar AST bisa tetap normal atau sedikit meningkat pada nekrosis miokardium. Dalam kasus penyakit hati, kadar ALT biasanya lebih lambat kembali ke angka normal dibandingkan AST (Kee, 2014). Secara umum, kadar SGPT lebih tinggi dibandingkan SGOT pada kerusakan parenkim hati akut, sementara pada kondisi kronis, sebaliknya dapat terjadi. Nekrosis sel hati terkadang disertai dengan kolestasis, baik yang bersifat intra- maupun ekstra-hepatik. Nekrosis akut sering ditandai dengan pembebasan enzim sitoplasma dalam jumlah besar, yang menyebabkan

peningkatan kadar SGPT. Kadar normal SGPT diukur dalam U/L dan akan meningkat jika terjadi kerusakan pada hati.

2. Fungsi pemeriksaan SGPT

Fungsi utama dari tes SGPT adalah untuk mengidentifikasi adanya kerusakan pada sel-sel hati, serta peningkatan kadar SGPT dalam serum adalah indikasi yang paling sensitif terhadap kerusakan sel-sel hati, dengan beberapa keunggulan, yaitu (Rosida, 2016):

- a. Peningkatan kadar SGPT muncul lebih awal dalam perkembangan penyakit.
- b. Kadar SGPT dalam serum adalah tes terakhir yang kembali normal dalam perkembangan penyakit hati yang disertai kerusakan sel-sel hati.
- c. Kadar SGPT dapat digunakan sebagai petunjuk adanya kekambuhan dari suatu penyakit disertai nekrosis sel-sel hepar.

3. Metode pemeriksaan SGPT

Metode yang digunakan untuk memeriksa SGPT adalah metode kinetik enzim, sesuai dengan saran dari *International Federation of Clinical Chemistry* (IFCC), dengan memanfaatkan alat spektrofotometer Dialab Autolyser. Dasar dari metode ini adalah bahwa *alanine aminotransferase* (ALT) berfungsi dalam transaminasi antara *L-alanine* dan *2-oxoglutarate*, yang menghasilkan *L-glutamate* dan *pyruvate*. *Pyruvate* yang dibentuk kemudian diubah menjadi laktat melalui enzim *laktat dehidrogenase* (LDH), sementara *nicotinamide adenine dinucleotide* (NADH) mengalami proses oksidasi menjadi NAD. Jumlah NADH yang teroksidasi sebanding dengan aktivitas ALT dan diukur pada panjang gelombang 340 nm (Nugraha, 2015).

Pemeriksaan yang mengandalkan reaksi kinetik enzimatik biasanya dipengaruhi oleh faktor pH, suhu, durasi, dan jenis substrat yang digunakan. Untuk pemeriksaan SGPT, sampel yang diambil adalah serum dari spesimen darah tanpa adanya penambahan antikoagulan.

Proses ini dilakukan dengan memisahkan darah menjadi dua bagian menggunakan centrifuge setelah dibiarkan beku selama lebih kurang 15 menit (Nugraha, 2015).

4. Pengaruh merokok dengan kadar SGPT

Zat-zat berbahaya yang ada di dalam rokok, terutama dengan konsumsi dalam waktu lama, bisa menyebabkan kerusakan pada hati, yang kemudian meningkatkan level *Serum Glutamic Pyruvic Transaminase* (SGPT) (Tanoeisan et al., 2016). SGPT merupakan enzim transaminase yang terdapat di hati dan memiliki fungsi penting dalam pencernaan protein dalam tubuh. Kerusakan hati yang disebabkan oleh virus atau zat berbahaya dapat memicu pelepasan enzim SGPT ke dalam darah (Agustina, 2021).

Menurut Roza et al. (2017), meskipun asap rokok tidak langsung memengaruhi hati, senyawa berbahaya yang mengandung nikotin bisa diserap dari alveolus ke dalam darah dan mencapai hati, yang dapat berakibat merusak organ tersebut. Hasil penelitian ini sejalan dengan studi oleh Apriana AD (2015), yang menemukan bahwa paparan karbon monoksida dapat meningkatkan level SGPT, serta merokok dapat menambah SGPT melalui pembayaran stres oksidatif dan pengurangan kapasitas antioksidan, yang pada akhirnya merusak hati.

Kenaikan kadar SGPT dalam darah sering kali diiringi dengan peningkatan kadar SGOT, yang menunjukkan adanya kemungkinan gangguan fungsi hati (Riska, 2019). Ketika nekrosis hati terjadi, kadar SGPT biasanya akan jauh lebih tinggi dibandingkan SGOT, sehingga menjadikannya indikator yang lebih sensitif dan spesifik dalam mengevaluasi tingkat kerusakan sel hati dibandingkan SGOT (Kendra et al., 2017).