

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Merokok

2.1.1 Definisi Merokok

Merokok adalah kebiasaan yang berdampak buruk bagi kesehatan, baik pada individu yang melakukan kebiasaan tersebut maupun pada orang-orang di sekitarnya yang turut terpapar asap rokok. Asap rokok mengandung beragam zat berbahaya yang dapat meningkatkan risiko munculnya gangguan kesehatan pada perokok aktif maupun perokok pasif (Angga *et al* ., 2021). Kebiasaan merokok juga cenderung sulit untuk dihentikan karena adanya efek ketergantungan yang ditimbulkan oleh kandungan nikotin. Di samping itu, dampak kesehatan dari merokok umumnya baru terlihat setelah kebiasaan tersebut berlangsung dalam waktu yang cukup lama, sehingga hal ini sering menurunkan kesadaran individu untuk berhenti merokok maupun mencegah kebiasaan itu sejak awal (Pratiwi *et al* ., 2022).

Status merokok seseorang dibagi menjadi tiga kategori: perokok, mantan perokok, dan non-perokok. Perokok adalah individu yang menghisap minimal satu batang rokok setiap hari selama setahun atau lebih, mantan perokok adalah mereka yang telah merokok dengan frekuensi yang sama tetapi kini telah berhenti, sedangkan non-perokok adalah individu yang tidak mempunyai kebiasaan merokok dan tidak pernah mengonsumsi sedikitnya satu batang rokok per hari selama satu

tahun terakhir terakhir (Rahmatika, 2021). Individu yang secara aktif mengonsumsi rokok dikategorikan sebagai perokok aktif, sedangkan perokok pasif merupakan individu yang tidak merokok, tetapi terpapar asap rokok yang berasal dari lingkungan sekitarnya atau dari perokok lain (Alawiah, 2022).

Terdapat tiga tahap dalam perilaku merokok yaitu Pertama, seseorang dapat menggambarkan tentang merokok, seperti dengan melihat, mendengar, atau membaca tentang hal itu, sehingga menimbulkan keinginan untuk merokok. Tahap kedua, inisiatif, menentukan apakah seseorang akan melanjutkan merokok atau tidak. Tahap ketiga adalah menjadi seorang perokok, di mana seseorang mulai merokok. Dalam tahap ini, seseorang mulai merokok setelah mengonsumsi rokok dalam jumlah yang signifikan (Aulya *et al* ., 2022).

2.1.2 Pengertian Rokok

Rokok merupakan produk berbahan dasar tembakau yang berbentuk gulungan dan dibungkus memakai kertas, daun, atau bahan pembungkus lainnya, yang dipakai dengan cara dibakar pada salah satu ujungnya. Rokok termasuk dalam kelompok zat adiktif karena mengandung nikotin yang dapat mengakibatkan ketergantungan pada penggunaanya (Aprilia *et al* ., 2024). Asap yang dihasilkan dari pembakaran rokok mengandung beragam zat berbahaya yang dapat menyajikan pengaruh negatif terhadap kesehatan, baik bagi perokok aktif maupun individu di sekitarnya yang terpapar asap rokok (Marieta *et al* ., 2022). Sebagian besar rokok berasal dari tanaman tembakau, seperti

Nicotiana tabacum dan *Nicotiana rustica*, yang mengandung senyawa nikotin dan tar, baik dengan penambahan bahan lain maupun tanpa tambahan zat lainnya (Siagian *et al.* , 2024).

2.1.3 Klasifikasi perokok

Perokok terbagi menjadi dua kategori, (Rosidin *et al.* , 2023) yaitu :

A. Perokok Aktif

Perokok aktif adalah individu yang mengonsumsi rokok secara langsung, baik dengan kebiasaan merokok setiap hari meskipun hanya satu batang, maupun secara tidak teratur. Istilah ini juga mencakup seseorang yang mengisap rokok, baik asapnya dihirup hingga ke paru-paru maupun hanya diisap tanpa dihirup lebih lanjut.

B. Perokok Pasif

Perokok pasif merupakan individu yang tidak memiliki kebiasaan merokok, tetapi terpapar dan menghirup asap rokok yang berasal dari orang lain, baik di lingkungan terbuka maupun di ruang tertutup.

2.1.4 Jenis Rokok

Rokok dibagi menjadi dua jenis, (Yulanda *et al.* , 2024) yaitu :

a. Rokok konvensional

Rokok tradisional adalah objek berbentuk silinder yang terbuat dari kertas dengan panjang berkisar antara 70 sampai 120 mm (beragam), dan diameter sekitar 10 mm. Di dalamnya dijumpai daun tembakau yang sudah dihaluskan yang dibakar pada salah satu

ujungnya dan membara di ujung yang lainnya, akibatnya asapnya dapat dihirup melalui mulut.

b. *Ecigarette* atau Rokok Elektrik

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), Sistem Pengiriman Nikotin Elektronik (ENDS) merupakan salah satu NRT yang memberikan nikotin dalam bentuk uap dengan menggunakan listrik dari baterai.

2.1.5 Kandungan Rokok

Rokok mengandung dua jenis zat kimia utama yang berbahaya bagi kesehatan dan dapat menimbulkan ketergantungan. Zat-zat tersebut adalah nikotin dan tar. Keduanya adalah senyawa kimia yang paling berbahaya yang dapat ditemukan dalam rokok. Nikotin ditemukan secara alami dalam tanaman tembakau, yang termasuk dalam keluarga *Solanaceae*, yang memiliki bunga yang tumbuh di bagian atas tanaman. Di antara berbagai spesies tanaman ini, hanya satu spesies yang memiliki nilai ekonomi tertinggi, yaitu *nicotiana tabacum*, yang digunakan untuk produksi rokok (Florentika *et al.* , 2022).



Gambar 2.1 *Habitus tanaman Nicotiana tabacum*
(Sumber : Sartika *et al.* , 2025)

Sebatang rokok diketahui mengandung sekitar 4.000 senyawa kimia, dengan sekitar 40 di antaranya merupakan zat berbahaya dan 43 senyawa bersifat karsinogenik maupun berpotensi menimbulkan kematian. Beberapa senyawa yang terkandung dalam rokok antara lain nikotin, aseton (*acetone*), naftilamina (*naphthylamine*), metanol (*methanol*), pirena (*pyrene*), dimetilnitrosamin (*dimethylnitrosamine*), naftalena (*naphthalene*), kadmium, karbon monoksida (*carbon monoxide*), benzopirena (*benzopyrene*), vinil klorida (*vinyl chloride*), hidrogen sianida (*hydrogen cyanide*), toluidina (*toluidine*), amonia, uretana (*urethane*), toluena, arsenik, dibenzakridina (*dibenzacridine*), fenol, butana, polonium-210, dan tar. Di antara berbagai kandungan tersebut, nikotin merupakan zat utama yang cepat diserap ke dalam aliran darah dan mencapai otak sesaat setelah rokok dihisap. Paparan nikotin dalam jumlah yang melebihi 30 mg dapat menimbulkan efek toksik yang berpotensi menyebabkan kematian. Selain itu, nikotin yang beredar

melalui sirkulasi darah dapat memengaruhi fungsi berbagai organ dan sistem tubuh (Lathifah *et al.* , 2020).

2.1.6 Efek Rokok Bagi Tubuh

Merokok telah terbukti meningkatkan risiko berbagai penyakit pada tubuh manusia banyak di antaranya :

a. Alopecia Areata

Alopecia areata merupakan kondisi kerontokan rambut yang terjadi tanpa disertai pembentukan jaringan parut, dengan area kerontokan berbentuk bulat atau oval. Risiko terjadinya *alopecia areata* diketahui lebih tinggi pada individu yang memiliki kebiasaan merokok dengan jumlah konsumsi rokok yang lebih banyak setiap hari. Selain kebiasaan merokok, faktor lain seperti usia, adanya penyakit penyerta (komorbid), dan indeks massa tubuh juga dapat memengaruhi kejadian *alopecia areata*.

b. Gangguan Pendengaran

Kebiasaan merokok diketahui berhubungan dengan terjadinya gangguan pendengaran sensorineural, terutama dalam derajat ringan. Tingkat keparahan gangguan pendengaran pada perokok menunjukkan hubungan positif dengan jumlah rokok yang dikonsumsi setiap hari serta lamanya kebiasaan merokok. Semakin banyak rokok yang dihisap dan semakin lama seseorang merokok, semakin besar risiko mengalami gangguan pendengaran yang lebih berat.

c. Kardiovaskular

Jumlah rokok yang dikonsumsi setiap hari berhubungan dengan peningkatan risiko terjadinya penyakit kardiovaskular. Sebaliknya, individu yang berhenti merokok memiliki risiko yang jauh lebih rendah untuk mengalami penyakit kardiovaskular dibandingkan dengan mereka yang masih aktif merokok.

d. Karies

Kebiasaan merokok dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme kariogenik, seperti *Lactobacillus*, *Streptococcus mutans*, *Actinomyces*, *Candida albicans*, dan *Streptococcus gordonii*. Peningkatan jumlah mikroorganisme tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya risiko terjadinya karies gigi pada perokok.

e. Kanker

Kebiasaan merokok diketahui berhubungan dengan peningkatan risiko berbagai jenis kanker, di antaranya kanker ovarium, kanker kulit, kanker paru-paru, kanker penis, dan kanker usus.

f. Kemandulan

Penggunaan rokok meningkatkan kemungkinan menderita kemandulan atau impotensi. Konsentrasi, motilitas, dan morfologi sperma menurun pada perokok.

2.2 *C-Reactive Protein*

2.2.1 Definisi *C-Reactive Protein*

C-Reactive Protein merupakan protein plasma yang disintesis oleh hati sebagai respons terhadap proses inflamasi yang terjadi pada jaringan tubuh. Ketika tubuh mengalami infeksi, cedera, atau kerusakan jaringan, mekanisme inflamasi akan diaktifkan sebagai bagian dari respons pertahanan untuk memperbaiki kerusakan tersebut. Akan tetapi, inflamasi yang berlangsung secara kronis dapat memberikan dampak merugikan pada berbagai organ, seperti sendi dan tulang yang berpotensi menyebabkan artritis, serta pembuluh darah yang dapat mengalami aterosklerosis (Ubaedillah *et al.* , 2025). *C-Reactive Protein* merupakan protein fase akut yang termasuk dalam golongan alfa globulin dan dapat ditemukan dalam darah saat terjadi proses inflamasi. Protein ini berfungsi sebagai penanda fase akut yang sensitif, namun bersifat tidak spesifik, sehingga sering digunakan sebagai indikator adanya respons inflamasi di dalam tubuh (Munawaroh *et al.* , 2023).

C-Reactive Protein merupakan protein yang secara normal terdapat dalam sirkulasi darah individu sehat dengan kadar yang sangat rendah, yaitu sekitar 1 ng/L. Kadar protein ini bisa melesat hingga seratus kali lipat atau lebih ketika terjadi cedera, infeksi, atau peradangan pada jaringan. Sel-sel hepatosit di hati memproduksi *C-Reactive Protein* sebagai reaksi terhadap sitokin seperti IL-1, IL-6, dan TNF α . Kadar *C-Reactive Protein* secara signifikan meningkat sebagai respons terhadap rangsangan akut atau cedera jaringan dalam kurun

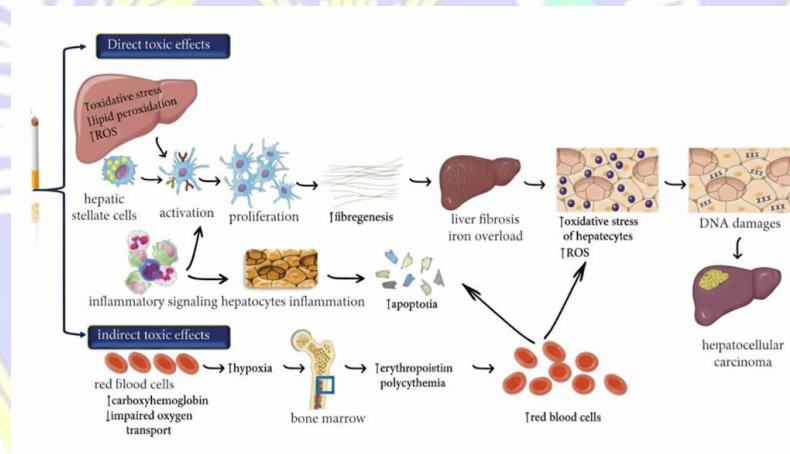
waktu enam sampai delapan jam, dengan waktu paruh sekitar 19 jam, dan dalam waktu 24-48 jam biasanya mencapai puncaknya. Fluktuasi harian tidak mempengaruhi tingkat *C-Reactive Protein*. Oleh karena itu, *C-Reactive Protein* sangat berguna dalam diagnosis peradangan dan infeksi (Sembiring, 2021)

C-Reactive Protein adalah indikator yang sangat sensitif untuk mengidentifikasi inflamasi yang terkait dengan *atherosclerosis*. Peningkatan kadar *C-Reactive Protein* juga dapat menyebabkan perkembangan penyakit kardiovaskular. *C-Reactive Protein* dibuat pada hepar dan meningkat saat peradangan dan kerusakan jaringan terjadi (Suardi *et al.* , 2022). Peningkatan kadar *C-Reactive Protein* dapat dipicu oleh berbagai kondisi, seperti trauma, infeksi bakteri, dan proses inflamasi. Selain itu, sejumlah faktor lain juga diketahui berhubungan dengan meningkatnya kadar *C-Reactive Protein*, antara lain kebiasaan merokok, indeks massa tubuh, usia, diabetes melitus, resistensi insulin, penyakit ginjal kronis, *aterosklerosis*, infeksi aktif, serta depresi (Ramadhany *et al.* , 2022).

2.2.2 Imunitas Tubuh Perokok Terhadap *C-Reactive Protein*

Rokok mengandung berbagai senyawa kimia berbahaya yang dapat memicu terjadinya respons inflamasi di dalam tubuh. Ketika terjadi kerusakan jaringan atau organ akibat paparan zat-zat tersebut, tubuh akan menghasilkan berbagai protein fase akut sebagai bagian dari mekanisme pertahanan terhadap proses inflamasi. Salah satu protein fase akut yang banyak digunakan sebagai penanda inflamasi adalah *C-*

Reactive Protein (Kiki *et al.* , 2024). Asap rokok mengandung berbagai senyawa kimia berbahaya yang dapat mengganggu fungsi jantung dan pembuluh darah. Paparan senyawa tersebut dapat memicu respons inflamasi, menyebabkan vasokonstriksi (penyempitan pembuluh darah), serta meningkatkan pembentukan lipoprotein kolesterol yang teroksidasi, sehingga berkontribusi terhadap terjadinya gangguan kardiovaskular (Johan, 2023). Adiposit akan tumbuh dan berkembang karena stres seluler yang menyebabkan stres oksidatif dan respon inflamasi pada jaringan adiposa (Luh *et al.* , n.d.). Mekanisme stres oksidatif dan inflamasi dapat menjelaskan efek asap rokok, baik lokal maupun sistemik (Putri *et al.* , 2023).



Gambar 2.2 *Imunitas Tubuh Perokok Terhadap C-Reactive Protein*
(Jain *et al.* , 2021)

2.2.3 Nilai Normal

Pada orang dewasa yang sehat, kadar *C-Reactive Protein* umumnya berada di bawah 0,8 mg/L. Namun, pada kondisi tertentu seperti inflamasi atau nekrosis jaringan, kadar *C-Reactive Protein* dapat meningkat secara

signifikan hingga melebihi 500 mg/L. Peningkatan kadar *C-Reactive Protein* biasanya mulai terjadi dalam waktu 4–6 jam setelah tubuh terpapar rangsangan proinflamasi, kemudian meningkat sekitar dua kali lipat setiap 8 jam dan mencapai puncaknya dalam 36–50 jam. Pada kondisi dengan respons inflamasi yang sangat kuat, kadar *C-Reactive Protein* dapat mengalami peningkatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan nilai normal. (Sari *et al.* , 2024).

Peningkatan kadar *C-Reactive Protein* yang berlangsung secara terus-menerus dapat mengindikasikan adanya proses inflamasi kronis atau persisten. Kondisi tersebut sering ditemukan pada berbagai penyakit, seperti artritis reumatoid, tuberkulosis, dan keganasan. Tingkat *C-Reactive Protein* yang lebih tinggi menunjukkan tingkat inflamasi yang terjadi dalam tubuh pasien (Saputro *et al.* , 2022). Kadar *C-Reactive Protein* akan turun dengan cepat pada proses penyembuhan karena *C-Reactive Protein* memiliki masa paruh 4 hingga 7 jam (Bastian *et al.* , 2022).

2.2.4 Metode Pemeriksaan *C-Reactive Protein*

Metode yang digunakan untuk pemeriksaan *C-Reactive Protein* (Sembiring, 2021) yaitu :

A. *Latex Agglutination Assay*:

Pemeriksaan *C-Reactive Protein* secara konvensional dapat dilakukan menggunakan metode presipitasi dan aglutinasi. Kedua metode tersebut merupakan pemeriksaan kualitatif dengan batas deteksi sekitar 10 mg/L yang digunakan sebagai nilai ambang

normal. Meskipun demikian, kadar *C-Reactive Protein* dapat meningkat secara cepat dan signifikan pada kondisi inflamasi sehingga berpotensi menimbulkan hasil negatif palsu (*false-negative*) akibat fenomena prozone. Oleh karena itu, hasil pemeriksaan dengan metode ini umumnya dilaporkan dalam bentuk kualitatif.

B. Immunoassay

Antibodi yang sangat peka, dengan karakteristik cepat, spesifik, dan sangat reaktif, telah dirancang untuk menilai Kadar *C-Reaktif Protein*. Dalam berbagai kondisi medis, Kadar *C-Reaktif Protein* dapat dianalisis menggunakan *immunoassay* (RIA) dan *enzyme immunoassay* (EIA). Shapiro dan Shenkin mengungkapkan bahwa teknik *imunoradiometric assay* (IRMA), yang memanfaatkan *radial immunodiffusion* dan *enzyme multiplied immunoassay*, tetap sangat peka pada level serum Kadar Protein C-Reaktif sebesar 0,5 g/L. Rentang referensi yang normal untuk individu dewasa adalah 0,05–4,0 mg/L.

C. High Sensitivity C-Reactive Protein (hs CRP)

Seiring perkembangan teknologi laboratorium, telah dikembangkan metode pemeriksaan *C-Reactive Protein* yang lebih sensitif, yaitu menggunakan teknik *ultrasensitive immunoturbidimetry*. Metode ini bekerja dengan mendeteksi peningkatan kekeruhan (*turbidity*) yang terbentuk akibat reaksi antara antigen dalam sampel serum dan antibodi dalam reagen

sehingga menghasilkan kompleks imun. Tingkat kekeruhan kompleks antigen-antibodi tersebut kemudian diukur secara fotometrik untuk menentukan konsentrasi *C-Reactive Protein*. Metode imunoturbidimetri memiliki sensitivitas yang tinggi, dengan batas deteksi sekitar 0,1 mg/L, sehingga mampu mengukur kadar *C-Reactive Protein* secara lebih akurat dibandingkan metode konvensional.

2.3 Leukosit

2.3.1 Definisi Leukosit

Leukosit merupakan sel yang krusial dalam mekanisme pertahanan tubuh untuk melawan patogen melalui proses fagositosis serta memainkan peran sentral dalam respon imun terhadap kerusakan jaringan. Dengan berfungsi sebagai fagosit, leukosit menjaga kesehatan tubuh dari berbagai macam penyakit melalui produksi antibodi (Aristoteles *et al.*, 2023). Leukosit secara umum diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu granulosit dan agranulosit (non-granulosit). Kelompok granulosit terdiri atas neutrofil, eosinofil, dan basofil, sedangkan kelompok agranulosit meliputi limfosit dan monosit. (Sihombing *et al.*, 2024). Pada kondisi yang sehat, jumlah leukosit berada dalam rentang 3200 hingga 10.000 mm³, yang terdiri dari lima tipe leukosit (Giyartika *et al.*, 2020) :

a. Neutrofil

Neutrofil, yang merupakan kelompok dominan dari sel darah putih agranulosit, menyusun 40-75% dari keseluruhan sel darah putih.

Neutrofil memiliki bentuk yang bulat dan berukuran 10-12 mm³. Berbagai faktor seperti kebutuhan jaringan ekstrasvaskular, tingkat produksi granulosit, kecepatan pelepasan sel dari sumsum tulang, interaksi sel di dalam dan di luar kolam marginal, umur di dalam aliran darah, serta aktivitas sumsum tulang memengaruhi jumlah neutrofil (Hafizah, 2024).

b. Monosit

Monosit merupakan salah satu jenis leukosit yang memiliki ukuran sel paling besar dibandingkan dengan jenis sel darah putih lainnya. Peran monosit adalah sebagai lapisan kedua dalam sistem pertahanan tubuh yang mampu melakukan fagositosis dan termasuk dalam kategori makrofag. Kenaikan proporsi monosit di dalam total leukosit menandakan adanya inflamasi (Hafizah, 2024).

c. Basofil

Basofil adalah granulosit *polimorfonuklear basofilik* dengan bentuk dan ukuran yang hampir sama dengan heterofil. Granulosit ini biasanya berbentuk bulat dengan inti bulat di tengahnya. Intinya berwarna biru, dan granul sitoplasmik sering menutupinya. Basofil biasanya tidak memiliki lobulasi, yang membuatnya lebih mudah dibedakan dari dua jenis sebelumnya. Basofil merupakan salah satu jenis leukosit yang memiliki jumlah paling sedikit dibandingkan dengan jenis leukosit lainnya. Persentase basofil dalam sirkulasi darah normal berkisar antara 0,5–1,5% dari total jumlah leukosit yang terdapat dalam aliran darah (Hafizah, 2024).

d. Eosinofil

Eosinofil melakukan dua tugas. Yang pertama adalah menyerang dan menghancurkan larva cacing (parasit), dan yang kedua adalah menetralkan bahan toksik. Oleh karena itu, keberadaannya dalam jumlah besar di lokasi tertentu dikaitkan dengan reaksi antigen-antibodi dan memungkinkan penetrasi bahan asing di dalam tubuh (Moreira, 2013). Asma, alergi, dan demam meningkatkan eosinofil, yang merupakan 7% sel darah putih. Eosinofil memiliki diameter sepuluh hingga dua belas mikrometer (Hafizah, 2024).

e. Limfosit

Limfosit adalah jenis sel berbentuk bulat yang memiliki inti besar dan sedikit plasma. (Safitri *et al* ., 2022). Pada umumnya, limfosit memiliki dua peran: pertama, mengatur reaksi kekebalan spesifik terhadap zat asing, dan kedua, mengenali zat tersebut (peran memori) untuk menghadapi serangan di masa mendatang. Ukuran limfosit berkisar antara 7 hingga 20 mikrometer. Secara normal, limfosit memiliki nukleus besar dengan warna ungu tua atau biru (setelah diwarnai dengan metoda Wright) dan hanya sedikit atau hampir tidak ada sitoplasma eosinofilik saat dilihat melalui mikroskop. Namun, juga terdapat limfosit yang lebih besar dan memiliki banyak sitoplasma yang mengandung partikel dengan warna kemerahan atau keunguan. Persentase limfosit umumnya berkisar antara 15% hingga 45% (800 sampai 4000 sel/mm³) (Safitri *et al* ., 2022). Beberapa limfosit

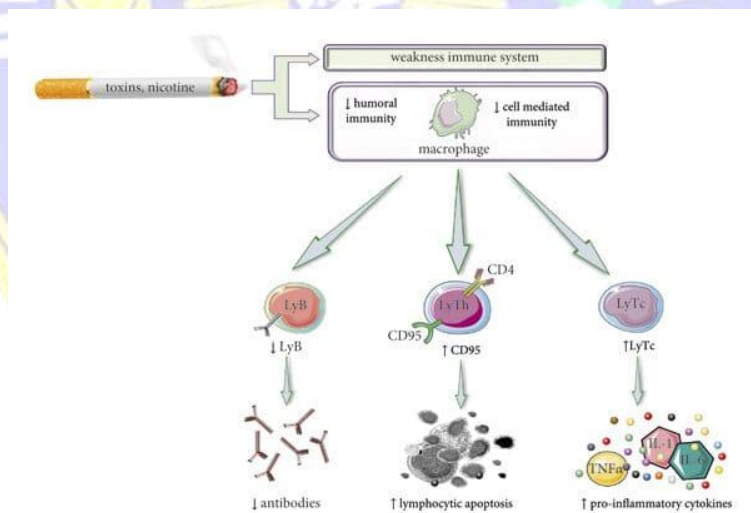
menunjukkan adanya zona perinuklear yang jelas di sekitar nukleus dan terdapat area bening kecil di salah satu sisi nukleus (Prakoeswa, 2020).

Limfosit berfungsi untuk mempertahankan tubuh dari mikroba dan kanker (seperti *myeloma multipel*) serta dapat memicu penolakan jaringan setelah prosedur transplantasi organ (Prakoeswa, 2020). Melalui pengenalan, eliminasi, dan pembentukan memori imunologis terhadap patogen, limfosit memainkan peran penting dalam imunitas adaptif. Memahami bagaimana limfosit berfungsi sangat penting untuk pengembangan terapi imunologis dan vaksin. Secara keseluruhan, limfosit bekerja dengan cara yang khusus dan terorganisir untuk mengenali, menghancurkan patogen, dan membangun kekebalan jangka panjang; ini meningkatkan kekebalan adaptif untuk menghadapi ancaman terus-menerus (Bella *et al.* , 2025).

Leukosit dapat bertahan hidup antara empat hingga lima hari, dan setengah dari jumlah tersebut adalah neutrofil. Neutrofil, yang juga dikenal dengan istilah neutrofilia, memiliki kemampuan untuk memusnahkan parasit yang memasuki tubuh serta melindungi dari penyebaran reaksi alergi lokal ke bagian tubuh lainnya. Basofil mengandung heparin dan histamin (Sihombing *et al.*, 2024). Jumlah leukosit normal pada manusia umumnya berada dalam rentang 5.000–9.000 sel/mm³. Peningkatan jumlah leukosit melebihi 10.000 sel/mm³ disebut sebagai leukositosis, sedangkan penurunan jumlah leukosit hingga kurang dari 5.000 sel/mm³ dikategorikan sebagai leukopenia (Sihombing *et al.*, 2024).

2.3.2 Respon Imunitas Tubuh Perokok Terhadap Leukosit

Penurunan fungsi sistem imun memicu leukosit (sel darah putih) untuk secara berkelanjutan menjalankan peran defensif (pertahanan) dan reпаратif (perbaikan). Aktivitas yang terus-menerus ini pada akhirnya menyebabkan peningkatan jumlah leukosit (Hafizah, 2024). Dibandingkan dengan orang yang tidak merokok, perokok memiliki lebih banyak leukosit, limfosit, dan monosit (Oktobiannobel *et al.* , 2021). Limfosit merupakan komponen penting dalam sistem imun karena berperan dalam respons kekebalan terhadap mikroorganisme penyebab infeksi dan berbagai benda asing. Selain itu, limfosit berfungsi melindungi tubuh dari pertumbuhan sel tumor, seperti pada *myeloma multipel*, serta berperan dalam proses penolakan jaringan setelah transplantasi organ (*graft rejection*) (Marrena *et al.* , 2023).



Gambar 2.3 Imunitas Tubuh Perokok Terhadap Leukosit
(Sumber : Jain *et al.* , 2021)

2.3.3 Metode Pemeriksaan Leukosit

Jumlah leukosit dapat dihitung secara manual dengan pemeriksaan mikroskopis metode *Count Diff* atau *Hematology Analyzer*. *Hematology Analyzer* merupakan alat pemeriksaan hematologi otomatis berbasis digital yang mampu menghasilkan data berbagai parameter darah secara cepat dan akurat. Alat ini digunakan untuk pemeriksaan darah lengkap (*Complete Blood Count/CBC*) yang meliputi kadar hemoglobin, hematokrit, jumlah eritrosit, leukosit, trombosit, serta indeks eritrosit. Keunggulan penggunaan *Hematology Analyzer* antara lain membutuhkan volume sampel darah yang relatif sedikit, proses pemeriksaan yang cepat, serta prosedur pengoperasian dan pemeliharaan yang praktis karena sampel dapat dianalisis secara langsung. Namun, alat ini juga memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan terhadap reagen khusus dan kemampuan yang terbatas dalam mengidentifikasi sel darah dengan bentuk atau karakteristik abnormal, sehingga terkadang diperlukan pemeriksaan lanjutan secara manual (Arini *et al.*., 2024).

2.4 Hubungan Perokok Dengan Kadar *C-Reactive Protein* Dan Leukosit

Merokok memicu berbagai respons biologis dalam tubuh. Pada perokok aktif, paparan zat toksik dan radikal bebas dari asap rokok dapat menyebabkan kerusakan jaringan, terutama pada rongga mulut, tenggorokan, dan mukosa trakea. Sebagai respons terhadap kerusakan tersebut, tubuh meningkatkan produksi *C-Reactive Protein (CRP)* sebagai penanda inflamasi (Niaga *et al.*., 2024). Dampak merokok umumnya muncul setelah paparan dalam jangka waktu yang lama. Kebiasaan merokok diketahui dapat meningkatkan risiko

terjadinya berbagai penyakit yang berkaitan dengan proses inflamasi. Beberapa penyakit tersebut meliputi penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), emfisema, bronkitis kronis, kanker pada paru-paru, laring, faring, esofagus, dan kandung kemih, serta gangguan pada sistem kardiovaskular (Ramadhany *et al .*, 2022). Hal ini disebabkan oleh kandungan zat berbahaya dalam rokok, seperti tar, nikotin, dan karbon monoksida, yang dapat memicu terjadinya respons inflamasi (Rampo *et al .*, 2024).

Sel darah putih, terutama limfosit dan monosit, berperan dalam respons imun melalui diferensiasi monosit menjadi makrofag serta pelepasan berbagai mediator yang mengatur reaksi kekebalan tubuh. Paparan radikal bebas, seperti yang terdapat dalam asap rokok, dapat meningkatkan produksi sitokin proinflamasi, antara lain interleukin (IL)-6, IL-1 β , dan *granulocyte-macrophage colony-stimulating factor* (GM-CSF). Peningkatan jumlah limfosit (limfositosis) maupun monosit (monositosis) umumnya merupakan respons terhadap proses inflamasi yang terjadi dalam tubuh (Nisa *et al .*, 2024).