BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Imun

2.1.1 Definisi

Menurut Kaunang (2024), sistem imun/sistem kekebalan tubuh adalah mekanisme pertahanan tubuh yang terdiri dari jaringan, sel, dan molekul yang saling berinteraksi untuk melindungi tubuh dari mikroorganisme berbahaya (seperti virus, bakteri, jamur, dan parasit), serta mengidentifikasi dan menghapus sel-sel yang tidak sehat atau abnormal, termasuk sel kanker.

Sistem imun adalah respon kompleks tubuh yang melindungi dari agen patogen berbahaya melalui mekanisme kekebalan bawaan yang tidak spesifik dan kekebalan adaptif yang spesifik, yang melibatkan sel-sel seperti makrofag, neutrofil, sel dendritik, sel T, dan sel B, serta organ limfoid primer (sumsum tulang dan timus) dan sekunder (kelenjar getah bening, limpa, mukosa). Proses ini mencakup identifikasi antigen, fagositosis, sintesis sitokin, dan pembentukan memori imun untuk mengatasi infeksi yang kembali dengan lebih efisien (Justiz Vaillant AA et al., 2024).

Dari pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa sistem imun adalah mekanisme pertahanan kompleks yang terdiri dari jaringan, sel (makrofag, neutrofil, sel dendritik, sel T, sel B), organ limfoid primer (sumsum tulang, timus) dan sekunder (kelenjar getah bening, limpa, mukosa), serta molekul

(antibodi, sitokin) yang saling berinteraksi untuk melindungi tubuh dari patogen berbahaya seperti virus, bakteri, jamur, parasit, serta menghilangkan sel abnormal termasuk kanker melalui proses identifikasi antigen, fagositosis, sintesis sitokin, dan pembentukan memori imun yang memungkinkan respons lebih efisien pada infeksi ulang.

2.1.2 Komponen Sistem Imun

Produksi komponen sistem imun adalah bagian dari hemopoeisis, yaitu tahapan di mana seluruh sel yang berada dalam darah berasal, dan menjalani proses pematangan. Menurut Darwin et al (2021), komponen yang ada dalam sistem imun :

1) Limfosit

Limfosit adalah jenis sel yang mendominasi sistem imun yang bersifat adaptif, menyumbang sekitar 25-35% dari seluruh sel darah putih. Sel-sel ini terlibat dalam reaksi imun melalui kemampuan mereka untuk berinteraksi secara khusus dengan antigen. Kemampuan tersebut adalah bagian dari respon imun yang normal, yang membedakan antara yang dikenal dan yang asing. Dengan kata lain, limfosit memainkan peran penting dalam respon imun yang bersifat adaptif. Sel-sel dalam sistem imun adaptif juga dikenal sebagai sel efektor imun, yang menjalankan fungsi imun sebagai respons terhadap stimulus tertentu. Contohnya, limfosit T yang telah diaktifkan mampu menghancurkan patogen melalui respons yang dimediasi oleh sel, sementara sel B yang

aktif memproduksi antibodi yang berfungsi untuk meningkatkan respon imun (Darwin et al., 2021).

a. Limfosit T

Limfosit T berasal dari sel progenitor yang ada di sumsum tulang dan bergerak ke timus untuk menjalani proses pematangan, penyaringan, dan kemudian dikirim ke bagian perifer. Peranan sel T dalam respons kekebalan berbeda-beda tergantung tahap kehidupan manusia dan fungsinya dalam berbagai fase sel. Mayoritas sel T yang ada di dalam tubuh manusia dapat ditemukan pada jaringan primer dan sekunder seperti limpa, amandel, kelenjar getah bening, mukosa, organ eksokrin, jaringan lemak, otak, sistem saraf pusat, serta kulit, dengan sekitar 2-3% dari jumlah total sel T yang berada dalam aliran darah manusia (Darwin et al., 2021).

b. Limfosit B

Sistem kekebalan tubuh adaptif bekerja secara khusus dalam menargetkan jenis patogen tertentu. Proses pertahanan ini mengandalkan peran limfosit—seperti sel T dan sel B—yang bertugas mendeteksi, mengenali, hingga menyingkirkan zat asing yang masuk ke dalam tubuh. Sel limfosit B menyusun sekitar 5-15% dari total limfosit yang ada dalam sirkulasi, dengan tugas utama mereka adalah untuk memproduksi antibodi (Bella & Mustakim, 2025).

2) Sel NK (*Natural Killer*)

Sebagai komponen limfosit dalam sistem imun non-spesifik, sel *Natural Killer* (NK) memegang peranan penting untuk melawan sel yang terinfeksi virus maupun sel kanker. Tidak hanya menghancurkan sel target secara langsung melalui sifat sitotoksiknya, sel nk juga melepaskan molekul seperti sitokin dan kemokin yang merangsang serta mengarahkan kerja sistem kekebalan tubuh adaptif (Blunt, 2025).

3) Sel Fagosit Mononuklear dan *Antigen Precenting Cells* (APC)

Sel fagosit mononuklear adalah fagosit yang memiliki satu inti, yang terdiri dari makrofag serta pendahulunya, yaitu monosit dan sel dendrit. Istilah makrofag sendiri berasal dari bahasa Yunani yang berarti pemakan besar. Monosit terbentuk dari proses diferensiasi premonosit di dalam sumsum tulang, yang kemudian masuk ke sirkulasi darah, dengan proporsi sekitar 5-10% dari total leukosit di sirkulasi. Monosit akan beredar dalam aliran darah selama satu hingga tiga hari sebelum berpindah ke jaringan, di mana mereka bertransformasi menjadi makrofag atau sel dendritik dan tinggal dalam waktu yang lama (Darwin et al. 2021).

Makrofag memiliki beberapa fungsi dalam sistem imun, yaitu fungsi fagositik, APC, dan memproduksi mediator biologis.

a. Fungsi fagositik berperan dalam menelan benda asing, sel mati, sisa sel yang rusak, antigen, atau kompleks imun. Fungsi ini dilakukan oleh makrofag jaringan yang dikenal sebagai *reticuloendothelial*

system (RES) yang terdapat pada beberapa organ. Proses fagositosis dimulai dengan interaksi benda asing dengan membran sel yang dipermudah melalui proses opsonisasi.

b. Fungsi sebagai penyaji antigen (APC)

c. Fungsi sekresi berbagai macam mediator yang aktif secara biologik untuk mengatur respon limfosit T dan limfosit B seperti komponen komplemen, prostaglandin, interferon, dan monokin seperti interleukin.

4) Sel Dendritik

Sel dendritik merupakan sel yang berfungsi sebagai penyaji antigen dan memegang peranan penting dalam memulai dan mengendalikan respons imun adaptif. Sel ini memiliki kemampuan luar biasa untuk menangkap antigen, memprosesnya, dan menampilkannya kepada limfosit T menggunakan molekul MHC, sehingga berfungsi sebagai penghubung utama antara sistem imun bawaan dan adaptif serta mempengaruhi respons imun (Wculek et al., 2020).

5) Sel Granulosit Polimorfonuklear

Jenis leukosit terbanyak dalam darah adalah neutrofil, yang jumlahnya mencapai 50–70% dari total sel darah putih. Sebagai bagian dari sistem imun bawaan, sel ini dikenal sangat aktif bergerak. Neutrofil berukuran sekitar 10–12 µm dengan inti sel yang terbagi menjadi tiga hingga empat bagian. Ciri khas bentuk inti yang beragam (*polimorfik*)

inilah yang membuatnya sering disebut sebagai sel polimorfonuklear (Kraus & Gruber, 2021).

6) Trombosit

Trombosit adalah fragmen sel anukleat yang dihasilkan oleh megakariosit di sumsum tulang dan memiliki peran penting dalam proses pembekuan darah dan hemostasis, serta berfungsi sebagai pengatur signifikan dalam berbagai kondisi inflamasi yang ditransmisikan oleh sistem kekebalan tubuh. Proses aktivasi trombosit dalam mekanisme imun meliputi pelepasan rangsangan imun, penyajian antigen, serta interaksi dengan sel-sel imun baik bawaan maupun adaptif (Yan et al., 2024).

2.1.3 Jenis Sistem Imun

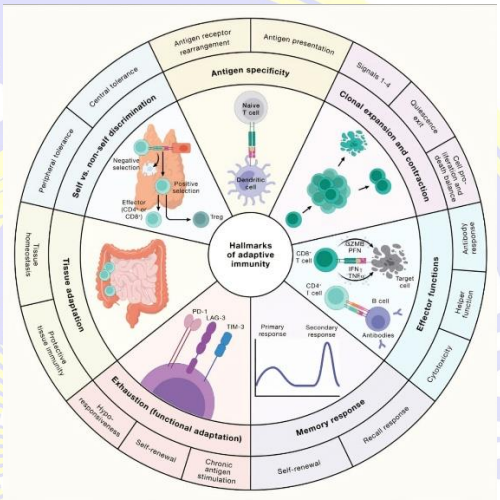
Secara umum, sistem imun/kekebalan tubuh terbagi menjadi dua jenis :

1) Imunitas Bawaan/Non-Spesifik (Innate)

Imunitas bawaan merupakan lapisan pertahanan awal, yang terdiri dari mekanisme yang tidak spesifik untuk melawan dan menangani kuman yang berhasil masuk ke dalam tubuh. Respons imun bawaan atau respons non-spesifik telah ada sejak manusia lahir dan merupakan bagian dasar yang selalu ada dalam tubuh yang sehat. Disebut sebagai non-spesifik karena tidak ditujukan untuk patogen tertentu, sudah ada dan siap berfungsi sejak lahir. Respons ini berfungsi sebagai garis pertahanan pertama dalam menghadapi invasi patogen dan mampu

memberikan reaksi segera, siap untuk menghalangi mikroba masuk ke dalam tubuh dan dengan cepat menghilangkannya. Jumlahnya dapat meningkat akibat infeksi, seperti misalnya peningkatan jumlah sel leukosit selama fase akut suatu penyakit (Ilyas Muhammad Y et al., 2024).

2) Imunitas Spesifik (Adaptif)



Gambar 2. 1 Ciri Khas Imunitas Adaptif (Chi et al., 2024)

Respons imun adaptif adalah respons imun yang diperoleh akibat dari paparan antigen tertentu, yang terjadi karena tubuh sebelumnya pernah terpapar dengan antigen tersebut. Respons imun yang spesifik dimulai ketika makrofag atau *Antigen Precenting Cell* (APC) memproses antigen dengan cara yang memungkinkan munculnya respons dari sel-sel imun. Sistem imun adaptif terbagi menjadi dua bagian, yaitu sistem humoral dan sistem seluler. Dalam imunitas humoral, sel B menghasilkan antibodi untuk menghilangkan mikroba

yang berada di luar sel. Sedangkan dalam imunitas seluler, sel T mengaktifkan makrofag sebagai sel efektor untuk menghancurkan mikroba (Ilyas Muhammad Y et al., 2024).

2.2 Leukosit

2.2.1 Definisi

Leukosit atau sel darah putih, merupakan jenis sel darah yang memiliki inti sel, tidak berwarna, serta tidak mengandung hemoglobin. Sel darah putih tidak memiliki kemampuan membawa oksigen jika dibandingkan dengan eritrosit. Leukosit sebagian besar dihasilkan di sumsum tulang, sementara sebagian lainnya berasal dari organ limfoid seperti kelenjar getah bening, timus, dan amandel. Sesudah terbentuk, sel-sel ini akan diantar ke bagian tubuh yang mengalami inflamasi untuk berkontribusi dalam melawan infeksi dan mempercepat pemulihan. Rentang jumlah leukosit dalam darah yang normal berkisar antara 4.000 hingga 10.000 sel darah putih. (Tilawati Sitanggang et al., 2024). Sel-sel darah putih memiliki fungsi penting dalam sistem pertahanan tubuh manusia dengan mendeteksi dan mengatasi patogen seperti bakteri, virus, dan sel kanker (Asghar et al., 2024).

2.2.2 Jenis Leukosit

Leukosit biasanya dikelompokkan menjadi granulosit (yang memiliki butiran spesifik) dan agranulosit (yang tidak memiliki butiran spesifik). Granulosit mencakup neutrofil, eosinofil, serta basofil.

Agranulosit meliputi limfosit dan monosit (Aristoteles dan Nanik Puspitasari, 2023).

1) Neutrofil

Neutrofil merupakan jenis sel darah putih polimorfonuklear yang berperan penting dalam system kekebalan tubuh yang bersifat innate dengan cara melakukan fagositosis terhadap mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Sel-sel ini memiliki bentuk bulat dengan dimensi 10-12 µm, mengandung granula yang tampak netral ketika diwarnai (Malaha et al., 2023).

2) Eosinofil

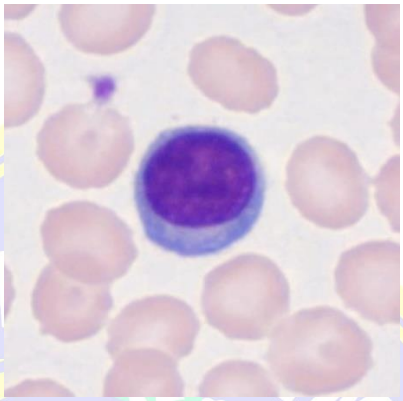
Adalah jenis sel darah putih yang mengandung butiran berwarna merah cerah dalam sitoplasmanya. Volume sitoplasmanya sekitar 24%. Eosinofil memiliki ciri khusus dengan nukleus yang memiliki dua lobus dan mengandung granula asidofilik dalam sitoplasma (Aristoteles dan Nanik Puspitasari, 2023).

3) Basofil

Basofil adalah salah satu tipe leukosit granulosit yang jumlahnya kurang dari 1% dari keseluruhan sel darah putih perifer dan ditandai dengan kehadiran granula sitoplasma yang mengandung bahan mediator inflamasi seperti histamin. Sel ini memiliki peranan yang signifikan dalam pengaturan respons imun, khususnya pada reaksi alergi dan inflamasi tipe 2, melalui pengaktifan reseptor IgE dan juga pelepasan

sitokin seperti IL-4 serta IL-13 yang berkontribusi dalam modifikasi imunitas bawaan dan adaptif (Poto et al., 2023).

4) Limfosit



Gambar 2. 2 Mikroskop Sel Limfosit (Nozaka et al., 2023)

Limfosit mengandung nukleus yang berbentuk bulat dengan ukuran yang bervariasi, dari yang terkecil yaitu 5 µm hingga 8 µm; sedangkan yang terbesar mencapai 15 µm. Inti sel terletak tidak pada pusat dan memiliki bentuk oval atau bulat kasar serta relatif lebih besar, dengan warna biru gelap dan kromatin yang terlihat kompak. Volume sitoplasma sangat minim (Aristoteles dan Nanik Puspitasari, 2023).

5) Monosit

Monosit adalah salah satu jenis leukosit agranulosit yang berasal dari sumsum tulang dan mengalir dalam darah luar sebelum berubah menjadi makrofag atau sel dendritik di tisu. Monosit sangat berperan dalam sistem imun bawaan dan adaptif dengan melaksanakan fungsi-fungsi seperti fagositosis, penyajian antigen, serta menghasilkan sitokin proinflamasi dan antiinflamasi yang berkontribusi dalam reaksi imun

terhadap infeksi, peradangan, dan pemulihan jaringan (Kapellos et al., 2019)

2.3 Imunitas Seluler

2.3.1 Definisi

Imunitas seluler adalah bagian dari sistem kekebalan tubuh yang bekerja dengan cara sel-sel imun, terutama sel T, mengenali dan menghilangkan benda asing, patogen, atau sel tubuh yang tidak normal. Respons ini muncul ketika tubuh mendeteksi adanya ancaman di tingkat molekuler atau seluler, sehingga sel-sel seperti sel T dan makrofag aktif untuk langsung menyerang target yang dianggap berbahaya. Mekanisme ini juga bergantung pada peran sitokin seperti interferon dan interleukin yang berfungsi mengatur komunikasi antar sel imun agar respons pertahanan dapat berjalan dengan baik (Perdana, 2021).

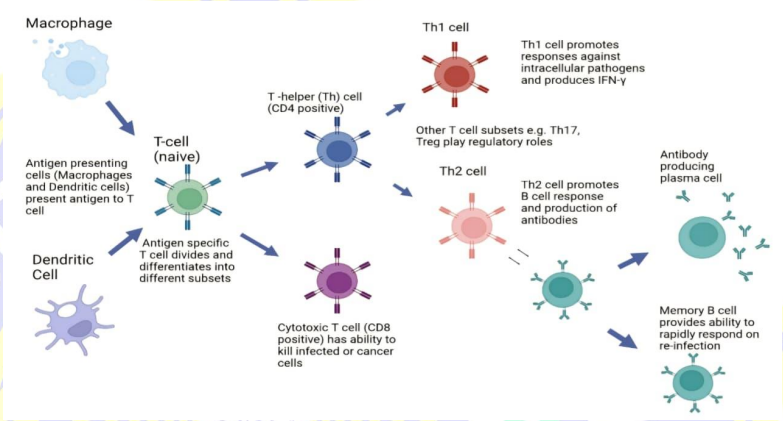
2.3.2 Jenis Sel yang Terlibat

Sistem imun seluler melibatkan sel-sel seperti neutrofil, makrofag, sel NK, dan limfosit. Komponen utama dalam sistem imun adaptif adalah jenis sel darah putih khusus yang disebut limfosit. Limfosit T (sel T) dan limfosit B (sel B) adalah dua jenis limfosit utama yang berasal dari sel punca hematopoietik di sumsum tulang. Sel T berperan dalam respons imun yang didorong oleh sel, sedangkan sel B berperan dalam respons imun yang melibatkan cairan tubuh (Hidayat dan Alvian Syahputa, 2020).

Sel T berperan dalam membentuk kekebalan seluler dengan cara menyerang langsung sel-sel yang menghasilkan antigen. Sel limfosit T

dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu; (a) Sel T sitotoksik, yang berfungsi untuk menyerang patogen, sel tubuh yang terinfeksi, serta sel kanker secara langsung; (b) Sel T helper, yang berfungsi mengaktifkan pembentukan jenis sel T lainnya dan sel B.(Runtukahu et al., 2021).

2.3.3 Mekanisme Kerja Imunitas Seluler



Gambar 2. 3 Mekanisme Kerja Imunitas Seluler (Marshall et al., 2024)

Melanisme kerja imunitas seluler terjadi ketika tubuh mendeteksi adanya benda asing atau antigen, sel-sel imun akan memicu produksi sitokin seperti interferon-γ. Sitokin ini berperan dalam mengaktifkan makrofag, sehingga kemampuan mereka untuk menelan dan menghancurkan patogen atau sel yang tidak normal meningkat. Sel NK juga terlibat dalam merespons sel yang terinfeksi sebelum sistem imun adaptif bekerja secara lengkap. Interaksi antara sel imun dan sinyal sitokin inilah yang menjadi dasar dari respons imunitas seluler. Selain meningkatkan kegiatan sel imun, cara kerja sistem imun seluler juga bergantung pada pengaturan sitokin yang

mengontrol pertumbuhan dan perubahan bentuk sel limfosit, terutama sitokin IL-2. Sitokin ini sangat penting untuk membentuk dan mengaktifkan sel T efektor yang bertugas mengenali serta menghancurkan target tertentu. Jika produksi atau fungsi sitokin terganggu, proses penting seperti menyerap bakteri, mengenali benda asing, dan pematangan sel T bisa menjadi kurang efektif. Akibatnya, respons imun seluler jadi tidak maksimal (Aleman et al., 2023).

2.4 Limfosit

2.4.1 Definisi

Limfosit adalah kelompok sel imun utama yang memiliki peran sentral dalam menjaga pertahanan tubuh terhadap berbagai bahan asing. Sel ini terdiri dari dua tipe utama, yaitu sel B yang diproduksi di sumsum tulang belakang dan bertanggung jawab dalam pembentukan antibodi, serta sel T yang berkembang di timus dan berperan dalam respons imun seluler melalui pengenalan serta penghancuran sel yang terinfeksi atau abnormal. Dalam mekanisme kerja sistem kekebalan, limfosit akan teraktivasi ketika tubuh mendeteksi adanya antigen, kemudian berproliferasi dan berdiferensiasi untuk menjalankan fungsi efektornya. Peran limfosit sangat penting karena aktivitasnya menentukan bagaimana tubuh merespons infeksi, mengatur keseimbangan sistem imun, serta memelihara kemampuan tubuh untuk mengenali dan mengeliminasi ancaman seperti bakteri, virus, dan sel kanker secara spesifik maupun non-spesifik (Xie dan Qiu, 2025).

2.4.2 Jenis Limfosit

Limfosit dibagi menjadi 3 jenis sel :

1) Sel T

Sistem imunitas seluler sangat bergantung pada keberadaan sel T, khususnya subtipe CD4+ (sel T helper) dan CD8+ (sel T sitotoksik). Kedua subtipe ini bertugas mengidentifikasi paparan antigen asing yang dibawa oleh molekul *major histocompatibility complex* (MHC) (Waldman et al., 2020).

2) Sel B

Sel B menyusun sekitar sepertiga dari total limfosit dalam tubuh. Sel ini bertanggung jawab dalam respon imun humoral karena menghasilkan antibodi yang diperlukan untuk menetralisir patogen. Selain itu, sel B juga bertindak sebagai sel penyaji antigen dan berkontribusi pada pembentukan memori imun. Proporsinya yang cukup besar menunjukkan pentingnya peran sel B dalam menjaga ketahanan tubuh terhadap infeksi jangka panjang (Sender et al., 2023).

3) Sel NK (*Natural Killer*)

Kestabilan kondisi jaringan serta perlindungan awal terhadap risiko infeksi dan kanker sangat bergantung pada aktivitas sel *Natural Killer* (NK). Sel ini bertindak sebagai pengeksekusi utama yang merespons ancaman secara langsung dalam sistem kekebalan tubuh alami (Moon et al., 2026).

2.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Limfosit

Jumlah limfosit dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti :

1) Infeksi

Infeksi virus, bakteri, atau jamur dapat memengaruhi jumlah limfosit. Infeksi virus seperti HIV menyerang dan merusak sel limfosit, menyebabkan penurunan jumlah limfosit atau limfopenia. Peningkatan kadar neutrofil selama proses inflamasi dapat terjadi karena adanya peningkatan jumlah neutrofil dan penurunan jumlah limfosit ataupun keduanya (Kolewora et al., 2025).

2) Usia

Usia dapat memengaruhi jumlah limfosit. Seiring bertambahnya usia, sistem kekebalan tubuh mengalami perubahan yang disebut *imunosenescence*, yang dapat menyebabkan penurunan jumlah limfosit dan penurunan kemampuan respon imun (Dewi Devi Cynthia, Harison Nunu dan Marlena Feny, 2025)

3) Stres

Stres dapat memicu pelepasan hormon kortisol yang menekan produksi sel imun sehingga jumlah limfosit dapat ikut menurun (Buliani dan Mustakim, 2025).

4) Pola Tidur

Pola tidur yang buruk berdampak pada jumlah limfosit karena adanya gangguan tidur yang memicu masalah pada sistem kekebalan tubuh

melalui interaksi dengan sitokin pro-inflamasi yang meningkat, menciptakan siklus yang merusak keseimbangan respons kekebalan bawaan dan adaptif, sehingga terjadi penurunan yang signifikan pada limfosit sebagai sel pengatur dan pelindung (Harami et al., 2024).

2.4.4 Pemeriksaan Jumlah Limfosit

Pemeriksaan limfosit dibagi menjadi 2, yaitu :

1) Pemeriksaan Jumlah Limfosit dengan Diferensial Manual

Pemeriksaan diferensial manual dilakukan dengan menyiapkan hapusan darah tepi yang kemudian diwarnai menggunakan metode seperti Wright atau Giemsa. Pada preparat tersebut, analis menghitung sedikitnya 100 leukosit untuk mengetahui komposisi masing-masing jenis sel, termasuk limfosit. Identifikasi limfosit dilakukan melalui pengamatan morfologi meliputi bentuk inti, rasio inti-sitoplasma, ukuran sel, serta warna sitoplasma. Hasil persentase limfosit yang diperoleh melalui pengamatan mikroskopik kemudian dikonversi menjadi jumlah absolut dengan mengalikan persentase limfosit dengan total leukosit yang tercantum pada hasil CBC (Andika dan Puspitasari, 2024).

2) Pemeriksaan Jumlah Limfosit dengan *Hematology Analyzer*

Pemeriksaan otomatis dilakukan menggunakan sampel darah EDTA yang dianalisis oleh *hematology analyzer* berbasis prinsip impedansi atau deteksi optik. *Analyzer* memisahkan sel darah putih berdasarkan ukuran dan karakteristik fisiknya, sehingga limfosit dapat

dihitung baik dalam bentuk jumlah absolut maupun persentase secara simultan. Pemeriksaan otomatis memberikan hasil yang cepat, konsisten, dan minim variasi operator, sedangkan pemeriksaan manual hanya dilakukan jika ditemukan hasil yang tidak sesuai, adanya sel abnormal, atau tanda peringatan dari alat (Andika dan Puspitasari, 2024).

2.5 Shalat Tahajud

2.5.1 Definisi

Shalat tahajud adalah ibadah sunah yang dilaksanakan di malam hari setelah shalat Isya. Ibadah ini dapat dilaksanakan pada berbagai waktu di malam, baik itu pada awal, tengah, atau akhir malam ketika seseorang terbangun. Dalam Al Qur'an, dijelaskan bahwa kesabaran dan shalat adalah pendukung yang penting. Shalat tahajud memiliki banyak keutamaan yang telah diuraikan dalam Al Qur'an, terutama dalam QS. Al-Isra: 79 yang menyatakan: "Dan pada sebagian malam, kerjakanlah shalat tahajud sebagai bentuk ibadah tambahan bagimu, semoga Tuhanmu mengangkatmu ke derajat yang terpuji" (Kusumawinakhyu, 2023).

2.5.2 Manfaat Psikologis Shalat Tahajud

Shalat tahajud memiliki dua aspek utama, yaitu dzikrullah atau mengingat Allah, serta dampak positif terhadap pikiran dan jiwa yang melaksanakannya. Jika seseorang selalu mengingat Allah, maka hatinya akan menjadi tenang. Shalat tahajud juga merupakan bentuk refleksi spiritual yang berupa meditasi, di mana seseorang fokus pada satu kegiatan

saja dan mengabaikan hal-hal lain. Hal ini membuat shalat tahajud menjadi meditasi yang sangat efektif. Hal tersebut dapat dilihat dari beberapa perubahan dalam tubuh, seperti penurunan detak jantung, laju pernapasan, asupan oksigen, dan ketenangan otot sebagai respons dari meditasi dalam shalat tahajud (Muzhdhalifatul Azizah et al., 2025).

2.5.3 Manfaat Fisiologis Shalat Tahajud

Berdasarkan suatu hadits, disarankan untuk melaksanakan shalat tahajud pada sepertiga malam terakhir. Shalat pada sepertiga malam terakhir berkaitan dengan *circadian rhythm*, yaitu siklus alami tubuh manusia yang memengaruhi produksi kortisol, hormon yang diatur oleh ACTH. Kortisol mempunyai pengaruh terhadap kontrol produksi ACTH secara episodik dan siklus harian, serta respons tubuh terhadap stres melalui aksis *hypothalamic-pituitary* (HPA). Kortisol juga berperan dalam menghambat produksi ACTH melalui mekanisme umpan balik. Kortisol dapat memengaruhi fungsi jantung dan paru-paru. Fungsi paru-paru juga bisa dipengaruhi oleh faktor lingkungan, aktivitas fisik, asupan nutrisi, serta gangguan pernapasan. Gerakan shalat yang dilakukan berulang dan dilakukan dengan tuma'ninah bisa dikategorikan sebagai aktivitas olahraga atau gerakan aerobik. Shalat melibatkan otot-otot pernapasan, mengatur gerakan pernapasan, relaksasi, serta memengaruhi tekanan darah dan detak jantung (Disastra et al., 2020).

Menurut Pratami et al. (2023), gerakan shalat bisa meningkatkan kesehatan tubuh :

1) Takbiratul Ihram

Takbir memiliki arti yang sama dengan menyatakan niat. Ini merupakan bentuk pengingat untuk melafalkan niat dalam setiap gerakan shalat. Saat melakukan takbiratul ihram, tubuh harus berdiri tegak, kedua tangan diangkat sejajar dengan telinga, kemudian dilipat di depan perut atau di bagian bawah dada. Gerakan ini membantu memperlancar aliran darah, getah bening, serta memperkuat otot lengan. Saat tangan diangkat, otot bahu meregang yang membuat aliran darah kaya oksigen menjadi lebih lancar. Ketika tangan didekapkan di depan perut atau di bawah dada, bisa mencegah berbagai gangguan pada persendian, khususnya di bagian atas tubuh (Pratami et al.. 2023).

2) Rukuk

Melakukan rukuk dengan cara tuma'ninah (tenang dan perlahan) dan disunnahkan untuk membaca tasbih. Diriwayatkan oleh Ibnu Mas'ud, Nabi pernah bersabda: "Jika salah satu dari kalian rukuk, maka bacalah 'Subhana rabbiya al-azhim' sebanyak tiga kali, dan itu adalah bacaan yang paling minimum." Rukuk yang sempurna adalah ketika tulang belakang lurus, sehingga jika diletakkan segelas air di atas punggung seseorang yang sedang rukuk, air tersebut tidak akan tumpah. Kepala harus lurus dengan tulang belakang. Manfaat rukuk adalah menjaga kesempurnaan fungsi dan posisi tulang belakang (*corpus vertebrae*) sebagai penyangga tubuh dan pusat syaraf. Saat rukuk, posisi jantung sejajar dengan otak, sehingga aliran darah bisa mengalir secara

maksimal ke bagian tengah tubuh. Tangan yang bertumpu di lutut selama rukuk juga bermanfaat untuk melepas ketegangan pada otot bahu hingga ke bagian bawah tubuh. Selain itu, rukuk juga merupakan bentuk latihan untuk fungsi kemih, sehingga bisa mencegah gangguan pada prostat (Pratami et al., 2023).

3) I'tidal

I'tidal juga harus dilakukan secara perlahan dan tuma'ninah. I'tidal adalah gerakan untuk bangun dari posisi rukuk sebelum melakukan sujud. Rasulullah SAW pernah bersabda, "Apabila kamu berdiri i'tidal, luruskan punggungmu dan angkat kepalamu sampai ruas tulang punggungku kembali ke tempatnya" (HR. Bukhari, Muslim, dan Ahmad). I'tidal merupakan gerakan untuk bangkit dari rukuk, tubuh kembali tegak setelah melakukan takbiratul ihram. Manfaat dari melakukan i'tidal adalah sebagai bentuk latihan yang baik untuk organ-organ pencernaan. Organ-organ pencernaan di dalam perut akan mengalami pemijatan dan pelonggaran secara bergantian, sehingga membuat proses pencernaan menjadi lebih lancar (Pratami et al., 2023).

4) Sujud

Sujud adalah gerakan berlutut dengan meletakkan kedua tangan, lutut, ujung kaki, dan dahi ke lantai. Gerakan ini berguna untuk memompa getah bening ke area leher dan ketiak. Karena posisi jantung berada lebih tinggi atau di atas otak, aliran darah yang kaya oksigen bisa mengalir maksimal ke otak. Hal ini berarti otak menerima pasokan

darah kaya oksigen yang mendorong kerja sel-selnya. Dengan kata lain, melakukan sujud secara tenang dan terus-menerus dapat meningkatkan kecerdasan seseorang. Aliran darah ini juga memengaruhi kemampuan berpikir seseorang. Oleh karena itu, lakukan gerakan sujud dengan tenang dan tidak terburu-buru agar darah mencukupi kebutuhan otak. Sujud juga dapat mencegah masalah kesulitan buang air besar dan kecil, membantu meningkatkan pencernaan makanan, membantu melunakkan makanan yang tersisa di lambung, serta mencegah gangguan wasir (Pratami et al., 2023).

5) Duduk

Duduk setelah sujud terbagi menjadi dua jenis, yaitu iftirosy (tahiyyat awal) dan tawarruk (tahiyyat akhir). Perbedaannya terletak pada cara posisi kaki. Saat melakukan tahiyyat awal, badan didukung oleh pangkal paha. Posisi duduk ini bisa mencegah rasa sakit di pangkal paha yang sering membuat seseorang sulit berjalan. Sementara itu, saat duduk tawarruk, tumit menekan saluran kandung kemih (uretra), kelenjar kelamin laki-laki (prostat), dan saluran vas deferens. Jika duduk tawarruk dilakukan dengan benar, bisa mencegah terjadinya impotensi sehingga memberi manfaat yang baik bagi pria. Perubahan posisi kaki pada saat duduk tahiyyat awal dan akhir dapat membuat otot tungkai meregang lalu kembali rileks (Pratami et al., 2023).

6) Salam

Salam adalah gerakan terakhir atau penutup dalam rangkaian sholat yang dilakukan dengan cara memutar kepala ke kanan dan ke kiri sampai maksimal. Gerakan salam berguna untuk membantu melepas ketegangan pada otot di sekitar leher dan kepala serta menjaga kelenturan urat leher agar aliran darah ke kepala tetap lancar. Gerakan ini juga bisa mencegah sakit kepala dan membantu menjaga kekencangan kulit wajah (Pratami et al., 2023).

2.6 Hubungan Shalat Tahajud dan Imunitas Seluler

Menurut (Yusni & Rahman, 2024), shalat tahajud yang dilakukan secara rutin selama 6 minggu dapat menurunkan kadar hormon kortisol secara signifikan, yang merupakan indikator utama stres kronis dalam tubuh. Peningkatan kortisol akibat stres kronis dapat melemahkan sistem imun dan mengganggu berbagai mekanisme fisiologis lainnya, sehingga pengelolaan stres menjadi sangat penting untuk menjaga fungsi pertahanan tubuh. Sehingga, penurunan kadar kortisol melalui prelaksanaan shalat tahajud, berpotensi membantu menjaga keseimbangan respons stres tubuh yang terkait dengan ketahanan sistem imun. Kortisol, yang dikenal sebagai hormon stres utama, memengaruhi sistem imunitas seluler secara kompleks. Stres psikologis memiliki peran penting dalam mengatur sistem imun melalui mekanisme kompleks, yang melibatkan interaksi antara sistem saraf, sistem endokrin, dan sistem kekebalan tubuh (Pauzan et al., 2025).