

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Hematologi

2.1.1. Definisi Hematologi

Hematologi ialah cabang ilmu kedokteran yang mempelajari darah, organ pembentuk darah dan jaringan limforetikuler serta kelainan-kelainan yang timbul darinya. Hematologi mempelajari baik keadaan fisiologik maupun patologik organ-organ sehingga hematologi meliputi bidang ilmu kedokteran dasar maupun bidang kedokteran klinik. Di bidang ilmu penyakit dalam, hematologi merupakan divisi tersendiri yang bergabung dengan subdisiplin onkologi medik. Hematologi dalam hal ini membahas hematologi dasar, hematologi klinik, dan imunoematologi. Perkembangan imunologi, biologi molekuler dan genetika (Bakta, 2013).

2.1.2. Definisi Darah

Darah merupakan komponen esensial makhluk hidup, mulai dari binatang primitif sampai manusia. Dalam keadaan fisiologik, darah selalu berada dalam pembuluh darah sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai: pembawa oksigen, mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi dan mekanisme hemostasis (Bakta, 2007).

2.1.3. Komponen Darah

Darah manusia terdiri atas dua komponen, yakni cairan darah (plasma darah) dan komponen padat (butir-butir padat atau platelet). Jika darah disentrifugasi, kemudian didiamkan sebentar, darah akan mengendap dan

menunjukkan komponen-komponen utamanya, bagian paling atas merupakan plasma darah (cairan berwarna pucat) yang jumlahnya berkisar 55% lapisan di bawahnya adalah *buffy coat* (lapisan kuning) yang merupakan sel-sel darah putih. Sisanya lebih kurang 45%, berupa sel-sel darah merah (Karmana, 2006).

2.1.4. Sel-Sel Darah

a. Eritrosit

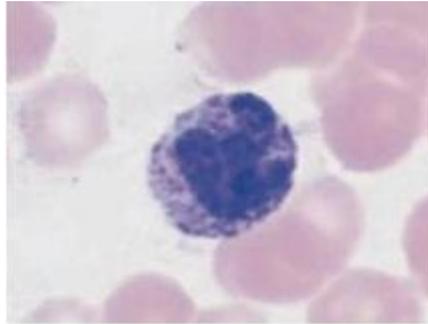
Fungsi utama eritrosit adalah untuk pertukaran gas. Eritrosit membawa oksigendari paru menuju ke jaringan tubuh dan membawa karbon dioksida (CO₂) dari jaringan tubuh ke paru. Eritrosit tidak mempunyai inti sel, tetapi mengandung beberapa organel dalam sitoplasmanya. Sebagian besar sitoplasma eritrosit berisi hemoglobin yang mengandung zat besi (*Fe*) sehingga dapat mengikat oksigen. Eritrosit berbentuk bikonkaf, berdiameter 7-8 μ . Bentuk bikonkaf tersebut menyebabkan eritrosit bersifat fleksibel sehingga dapat melewati lumen pembuluh darah yang sangat kecil dengan lebih baik. Melalui mikroskop, eritrosit tampak bulat, berwarna merah, dan di bagian tengahnya tampak lebih pucat, disebut dengan *central pallor* yang diameternya kira-kira sepertiga dari keseluruhan diameter eritrosit (Kiswari, 2014).

b. Leukosit

Beberapa jenis leukosit atau sel darah putih terdapat dalam darah. Leukosit pada umumnya dibagi menjadi granulosit, yang mempunyai granula khas, dan agranulosit yang tidak mempunyai granula khas. Granulosit terdiri dari neutrofil, eosinofil, dan basofil. Agranulosit terdiri dari limfosit dan

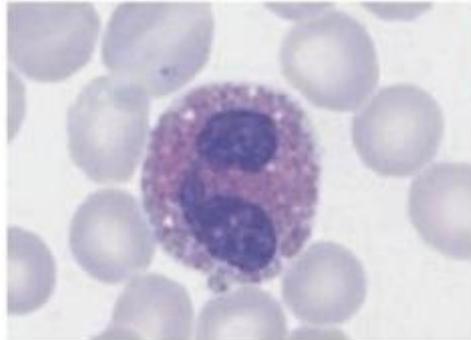
monosit. Meskipun leukosit merupakan sel darah, tetapi fungsinya lebih banyak dilakukan di dalam jaringan. Apabila terjadi peradangan pada jaringan tubuh, leukosit akan bermigrasi, menuju jaringan yang mengalami radang dengan cara menembus dinding pembuluh darah (kapiler). Sel darah putih berfungsi untuk perlindungan atau sebagai pertahanan tubuh melawan infeksi serta membunuh sel yang bermutasi. Sel darah putih berinti, bergranula, dan bergerak aktif. Dalam keadaan normal, disekitarnya tidak terdapat parasit, bakteri, bekuan darah, ataupun massa lainnya. Ada 5 jenis sel darah putih yang telah diidentifikasi dalam perifer, yaitu netrofil, eosinofil, basofil, monosit dan limfosit. Perubahan sel darah putih sering berkaitan dengan kelainan-kelainan preleukemia pada kelainan mieloproliferatif kronis, pada berbagai kanker termasuk. Adapun jenis-jenis sel darah putih antara lain:

1. Basofil : Basofil mengandung granula kasar berwarna ungu atau biru tua dan seringkali menutupi inti sel. Inti sel basofil bersegmen. Basofil berperan dalam reaksi hipersensitivitas yang berhubungan dengan imunoglobulin E (IgE). Basofil hampir mirip dengan eosinofil tetapi memiliki granula yang besar. Berjumlah 0,5-1% dari total leukosit. Mengandung berbagai enzim, platelet/trombosit, heparin tidak diketahui dengan pasti, tetapi heparin dan faktor-faktor pengaktifan histamina berfungsi untuk menimbulkan peradangan pada jaringan (D'Hiru, 2013).



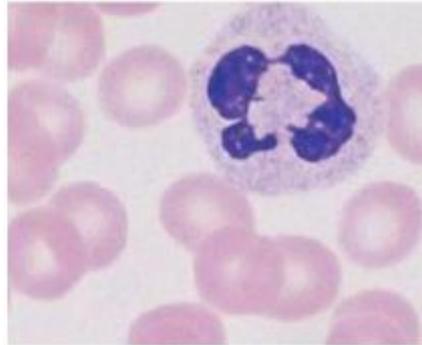
Gambar.1. Basofil
(sumber: Weiss dan Wardrop, 2010)

2. Eosinofil : Eosinofil mengandung granula kasar yang berwarna merah-oranye (eosinofilik) yang tampak pada apusan darah tepi. Intinya bersegmen (pada umumnya dua lobus). Fungsi eosinofil juga sebagai fagositosis dan menghasilkan antibodi terutama terhadap antigen yang dikeluarkan oleh parasit. Jumlah eosinofil normal adalah 21-2%, dan akan mengikat bila terjadi reaksi alergi atau infeksi parasit. Eosinofi bertambah pada serangan asma, reaksi obat-obatan, investasi parasit, serta keadaan alergi (termasuk alergi makanan dan minuman). Eosinofil juga bertambah pada wanita yang sedang menstruasi, berbagai macam iritasi, maupun kanker (misalnya penyakit karsinoma, dll.) (D'Hiru, 2013). Eosinofil merupakan fagosit paling lemah, memiliki kecenderungan berkumpul dalam satu jaringan yang terjadi reaksi antigen-antibodi karena kemampuan khususnya dalam memfagosit dan mencerna kompleks antigen-antibodi. Masa hidup eosinofil lebih lama dari pada neutrofi lsekitar 8-12 jam (Nugraha, 2015).



Gambar .2. Eosinofil
(sumber:Weiss dan Wardrop, 2010)

3. Neutrofil : adalah jenis leukosit yang paling banyak diantara jenis-jenis segmen. Ada dua macam jenis neutrofil yaitu neutrofil stab (batang) dan neutrofil segmen. Neutrofil segmen sering juga disebut neutrofil polimorfonuklear. Disebut demikian karena inti selnya terdiri atas beberapa segmen (lobus) yang bentuknya bermacam-macam dan dihubungi dengan benang kromatin. Jumlah segmen neutrofil adalah sebanyak 3-6, bila lebih dari enam disebut neutrofil hipersegmen. Granula sitoplasmanya tampak dengan prosedur pewarnaan pada umumnya. Jumlah neutrofil segmen kira-kira 50-70% dari keseluruhan leukosit. Fungsi utama neutrofil adalah sebagai fagositosis, pada umumnya terhadap bakteri. Neutrofil akan bertambah banyak bila terjadi proses peradangan, kelainan fisik berlebihan, penyuntikan empirin/adrenalin (sebagai vasokonstriktor topikal maupun pemacu kerja jantung), sering terjadi pada kekurangan vitamin B12 dan asam folat, kelainan bawaan, serta menurunnya fungsi kelenjar timus (D'Hiru.2013).



Gambar.3. Neutrofil Segmen
(Sumber: Weiss dan Wardrop, 2010)

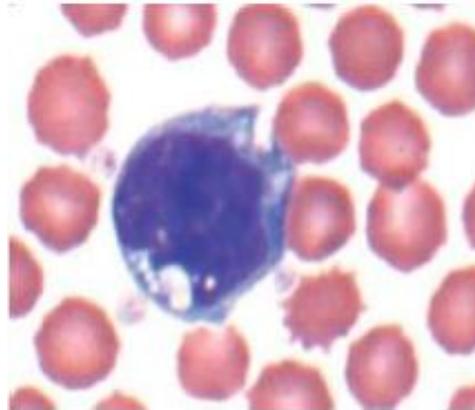
4. Limfosit : adalah jenis leukosit yang jumlahnya kedua paling banyak setelah neutrofil (20-40%). Jumlah limfosit pada anak-anak relatif banyak dibandingkan jumlahnya pada orang dewasa, dan jumlah limfosit ini meningkat bila terjadi infeksi virus. Limfosit adalah mononuklear dalam darah perifer, berinti bulat atau oval, dikelilingi tepian sitoplasma sempit berwarna biru, dan mengandung granula. berasal dari sel induk pluripotensial di dalam sumsum tulang dan bermigrasi ke jaringan limfoid (kelenjar timus, limpa, kelenjar limfatik, permukaan mukosa respiratorius, dan permukaan mukosa traktus gastrointestinal). Ada 2 macam limfosit yaitu limfosit T dan limfosit B. Proporsi limfosit T sekitar 75% dari peredaran limfosit. Limfosit B berfungsi untuk menghasilkan antibodi *immunoglobulin* : IgA, IgG, IgM, IgE dan IgD setelah berubah menjadi sel-sel plasma (setelah diaktifkan sel *T-helper* bila ada infeksi). Limfosit yang bermigrasi ke dalam kelenjar timus akan memperoleh dan memenuhi fungsi-fungsi imunitas khusus. Tipe yang berbeda dari limfosit T yaitu *Killer* limfosit T yang merangsang tubuh untuk memperbanyak pembentukan antigen. Limfosit T bertanggung jawab atas

respon kekebalan seluler melalui pembentukan sel yang reaktif antigen dan juga berfungsi menjinakkan radikal bebas dalam aliran darah maupun dalam kelenjar limfatik. Bentuk sel ini meningkat dalam darah pada penderita stres limfatik, toksin, pengguna narkoba, maupun obat-obatan yang mengandung toksik (D'Hiru, 2013).



Gambar 4. Limfosit
(sumber: Weiss dan Wardrop, 2010)

5. Monosit : Jumlah monosit kira-kira 5-7% dari total jumlah leukosit. Monosit adalah jenis leukosit yang paling besar. Inti selnya mempunyai granula kromatin halus yang menekuk berbentuk menyerupai ginjal/ biji kacang. Monosit mempunyai dua fungsi, yaitu sebagai fagosit mikroorganisme (khususnya jamur dan bakteri) dan benda asing lainnya, serta berperan dalam reaksi imun. Monosit dapat bertahan selama beberapa minggu hingga beberapa bulan, dengan sifatnya yang fagosit, menyingkirkan zat-zat kontaminan, sel-sel yang cedera dan mati, puing-puing/fragmen sel (celluler debris), dan mikroorganisme patogenik (D'Hiru, 2013).



Gambar. 5 Monosit
(sumber: Weiss dan Wardrop, 2010)

3. Hitung Jenis Leukosit

Hitung jenis leukosit (*leukocyte differential count*) bertujuan untuk menghitung presentase jenis-jenis leukosit di dalam darah tepi. Leukosit yang dihitung dari apusan darah tepi sebanyak 100-200 sel, perhitungan jenis leukosit dapat menghitung sampai ribuan leukosit. Lima jenis leukosit yang dihitung yaitu neutrofil (batang dan segmen), limfosit, monosit, eosinofil, dan basofil dengan hasil yang memuaskan. Perhitungan secara manual perlu dilakukan apabila didapatkan hasil yang abnormal dari perhitungan secara otomatis.

2.1.5. Hitung Jumlah Leukosit

Pemeriksaan hitung jumlah leukosit merupakan pemeriksaan penyaring karena tidak sulit dan mempunyai manfaat yang besar untuk diagnosa penyakit. Caranya cukup sederhana yaitu dengan mengencerkan darah dengan larutan Turk (larutan gentian violet 1% dalam 1 mL air, asam asetat glasial 1 mL, aquades sampai 100 mL). Kemudian dihitung dengan menggunakan bilik hitung. Untuk menghitung jumlah leukosit digunakan bilik hitung Improve Neubauer pada

empat bidang besar. Cara menghitung di mulai dari sudut kiri atas bergeser ke kanan, bila menemui bagian paling tepi (ditandai dengan 3 garis) geser ke bawah. Hal yang sama dikerjakan pada bidang ketiga dan bidang lainnya. Lensa objektif yang dipakai adalah perbesaran 10x. Dengan metode tabung, darah yang telah diencerkan oleh larutan Turk sebanyak 10x (90 μ L turk ditambah 10 μ L darah). Dikalikan dengan koreksi volume kamar hitung 2,5 maka faktor perkalian untuk hitung leukosit adalah $10 \times 2,5 \times N$ (N = jumlah kotak leukosit) (Priyana, 2010).

2.1.6. Pertahanan Tubuh Oleh Sel Darah Putih

Sel darah putih berfungsi sebagai pertahanan tubuh terhadap patogen. Terdapat lima jenis sel darah putih yang semuanya berasal dari pembelahan sel-sel stem yang terdapat di sumsum tulang. Sel darah putih tersebut adalah neutrofil, eosinofil, basofil, monosit, dan limfosit. Neutrofil memiliki fungsi fagositosis, yaitu menelan mikroorganisme dan sisa-sisa sel mati. Eosinofil memiliki peranan dalam reaksi alergi. Basofil dapat melepaskan senyawa kimia seperti histamin yang menyebabkan reaksi inflamasi (pembengkakan). Monosit merupakan sel berukuran besar dengan nukleus yang berbentuk seperti ginjal, monosit akan berkembang menjadi makrofag yang juga berfungsi fagositosis. Limfosit berukuran kecil dengan nukleus yang besar dan bulat. Limfosit terdiri atas dua jenis sel yang keduanya memiliki peran penting dalam sistem imun, yaitu limfosit B dan limfosit T. Limfosit B berperan dalam *antibody-mediated immunity* (imunitas yang diperantarai antibodi), sementara limfosit T berperan dalam *cell mediated immunity* (imunitas yang diperantarai sel). Kedua jenis sel limfosit tersebut akan bermigrasi dari sumsum tulang ke nodus limfe dan limpa, tempat sel

tersebut menjadi matang. Dalam perjalanan, sel limfosit T akan melewati timus, dan setelah melewati organ tersebut limfosit T akan memiliki kemampuan untuk mengenali antigen (suatu senyawa kimia yang terdapat pada permukaan sel mikroorganisme dan benda asing) yang spesifik. Neutrofil dan limfosit menyusun 90% dari sel darah putih dalam tubuh, dan sisa 10% disusun oleh monosit, eosinofil, dan basofil (Aryulina D, dkk, 2004).

Granulosit dan monosit mempunyai peranan penting dalam perlindungan terhadap kuman-kuman penyakit. Dengan kemampuannya sebagai fagosit (*fago berarti memakan atau memangsa*), mereka memakan bakteri-bakteri hidup yang masuk (sebagai infeksi) ke dalam peredaran darah. Dengan gerakan ameboidnya, sel darah putih dapat keluar masuk pembuluh darah serta mengitari seluruh bagian tubuh sebagai respons sistem antibodi. Dengan kemampuan ini, sel darah putih dapat melakukan tugas-tugas berikut:

- a. Mengurung daerah yang terkena infeksi dan menangkap kuman-kuman penyakit serta memangsanya
- b. Menyingkirkan bahan-bahan lain seperti kotoran-kotoran (kontaminan).
- c. Granulosit mempunyai enzim yang dapat memecah protein yang memungkinkan merusak jaringan lalu menghancurkan dan membuangnya (untuk jaringan yang sakit atau mati) sehingga terjadi proses penyembuhan luka atau sakit pada jaringan-organ tubuh (melalui regenerasi sel-jaringan).
- d. Sebagai hasil kerja fagositosis sel darah putih, peradangan dapat dihentikan.
- e. Bila tugas fagositosis sel darah putih tidak berhasil dengan baik, maka dapat mengakibatkan terbentuknya nanah. Nanah dapat berisi: bangkai-bangkai

bakteri, sel fagosit, dan puing-puing sel (*celuller debris*). Maka, puing-puing sel, bakteri-bakteri baik yang masih hidup atau yang sudah mati dalam nanah akan disingkirkan oleh granulosit yang sehat yang bekerja sebagai fagosit (D'Hiru, 2013).

2.1.6. Stres dan Penurunan Produksi Sel Darah Putih

Ketika seseorang sedang marah, stres juga memacu produksi hormon adrenalin secara berlebihan. Untuk memproduksi hormon adrenalin tersebut tubuh harus menguras simpanan vitamin B-kompleks, serta beberapa mineral penting seperti seng, kalium, dan kalsium. Memperhatikan kecukupan vitamin B5 dapat mengeram kerja kelenjar adrenal dalam memproduksi hormon adrenalin, sehingga stres tidak menjadi semakin parah. Setiap kali menjalankan fungsi fisiologis, tubuh menghasilkan radikal bebas, namun selama stres lebih banyak lagi radikal bebas yang dihasilkan. Di lain pihak, stres dan depresi juga mengacaukan kerja kelenjar timus dalam memproduksi sel darah putih, sehingga kekebalan tubuh semakin menurun (Apriadi, 2007). Dalam kondisi normal, sel-sel darah dapat menjalankan tugasnya dengan baik. Dalam kondisi stres, sel-sel mungkin tidak terdeteksi dan berkembang menjadi tumor ganas. Emosi negatif yang muncul dapat menekan jumlah sel darah putih sehingga memperbesar risiko tumbuhnya tumor ganas. Hormon stres yang sama sebenarnya memakan sel-sel darah putih sehingga menurunkan daya tahan tubuh terhadap penyakit dan kesakitan. Dari berbagai penelitian bahwa tubuh manusia ternyata lebih kompleks, ada hubungan langsung antara emosi dan fungsi sel darah putih yang sama-sama melewati

sistem saraf dan sistem hormon. Dengan demikian kesehatan fisik sebenarnya pencerminan dari kesehatan emosional (Widyastuti, 2004).

2.2. Tinjauan Umum Tentang Sistem Imun

2.2.1. Definisi Sistem Imun

Imunitas / kekebalan / *immunity* merupakan respon spesifik terhadap invasi organisme asing atau substansi lain. Immunologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang imunitas / kekebalan dan reaksi imun dalam tubuh terhadap antigen (Harti, 2015). Sistem imun merupakan suatu sistem dalam tubuh yang sangat rumit, karena diantaranya disertai oleh adanya peran-peran ganda dalam upaya sistem tersebut menjaga keseimbangan internal tubuh. Sistem imun merupakan suatu sistem yang bekerja secara holistik. Dalam menjaga integritas tubuh tersebut sebagian besar mekanismenya menguntungkan pada kegiatan interaksi sel-sel besar, di samping molekul reseptor yang terdapat pada permukaan sel. Mekanisme kerja ini mirip cara kerja dalam sistem endokrin (Subowo, 2009). Sistem kekebalan tubuh atau imunitas adalah sistem pertahanan yang dilakukan oleh badan untuk melindungi tubuh dari infeksi penyakit atau kuman. Saat kuman atau bahan asing yang dapat menyebabkan penyakit (antigen) masuk ke dalam tubuh, antibodi dalam tubuh akan menyikngkirkan, menetralsir dan menghancurkan kuman atau antigen untuk mempertahankan atau melindungi tubuh agar tidak terkena penyakit (Sudewo, 2012).

2.2.2. Fungsi Sistem Imun

- a. Melindungi tubuh dari infeksi penyebab penyakit, menghancurkan dan menghilangkan mikroba atau substansi asing (bakteri, parasit, jamur dan virus, serta tumor) yang masuk ke dalam tubuh.
- b. Menghilangkan jaringan atau sel yang mati atau rusak (debris sel) untuk perbaikan jaringan.
- c. Mengenali dan menghilangkan sel yang abnormal
 1. Sasaran utama: bakteri patogen dan virus
 2. Leukosit merupakan sel imun utama selain sel plasma, makrofag dan sel mast
 3. Pertahanan lapis pertama dikenal sebagai pertahanan fisik (*physical barrier*) (Harti, 2013).

2.2.3. Mekanisme Pertahanan Tubuh

a. Respon Imunitas Nonspesifik

Imunitas nonspesifik merupakan sistem imun yang telah didapat seorang sejak lahir. Respon sistem imunitas ini berupa fagositosis dan reaksi peradangan. Fagositosis sering disebut dengan endositosis dan pinositosis. Endositosis adalah suatu proses memakan benda asing berupa partikel, sedangkan pinositosis adalah proses memakan benda asing selain partikel, sel-sel yang dapat memerankan kedua proses tersebut adalah sel fagosit. Sel fagosit pada manusia diperankan oleh sel mononuklear netrofil dan basofil. Sel fagosit akan menyerang benda asing yang masuk ke dalam tubuh melalui proses fagositosis atau proses memakan benda asing. Proses fagositosis merupakan peristiwa multifase yang terdiri dari beberapa langkah, meliputi pengenalan benda asing, pergerakan ke arah target

(kemotaksis), pelekatan, memakan benda asing dan pemusnahan intraseluler melalui mekanisme antimikrobia. Proses fagositosis dapat berupa peristiwa tunggal atau bagian dari reaksi peradangan (Junaedi E, dkk, 2011).

b. Respon Imunitas Spesifik

Respon imunitas spesifik dipicu oleh suatu zat yang disebut dengan antigen. Antigen dapat berupa bahan infeksiosa, protein, atau molekul lain. Antigen yang melakukan kontak dengan sel tertentu akan memicu serangkaian proses meliputi proses destruksi (pemusnahan atau penghancuran), degradasi (penurunan), dan eliminasi (penghapusan atau penghilangan). Rangkaian proses tersebut merupakan respon imunitas spesifik. Berdasarkan mekanisme kerjanya, sistem imun dibedakan menjadi respon imunitas selular dan humoral. Imunitas selular adalah sistem imun jaringan atau di luar sel dan diperankan oleh sel B (antibodi). Sementara itu, sistem imun humoral adalah sistem imun yang bekerja pada sel yang terinfeksi antigen dan diperankan oleh sel T. Sistem imun humoral dan selular akan terangsang apabila limfosit tertentu menangkap antigen (substansi yang mampu merangsang sistem imun, data berupa protein, karbohidrat, atau lemak). Ada dua jenis limfosit yang berperan di dalam sistem imun, yaitu limfosit T dan B. Keduanya berasal dari sel induk di dalam hati fetus atau sumsum tulang belakang. Sel T memiliki beberapa jenis, yaitu sel T penekan (supresor) dan sel T penolong (helper) yang akan menekan atau menambah respon imun dan mengatur pembentukan antibodi. Kedua sel tersebut juga sebagai penghubung antara sistem imun selular dan humoral (Junaedi, dkk, 2011).

2.2.7. Komponen Struktural Sistem Imun

Sistem imun telah ber-evolusi untuk melindungi tubuh dari pengaruh banyak patogen yang potensial, sedang patogen merupakan konfigurasi asing bagi sistem imun. Berdasarkan konsep imunitas, kemampuan mengenal konfigurasi asing yang disebut antigen dengan epitopnya merupakan hal utama yang dimiliki sistem imun. Apabila konfigurasi tersebut dikenal asing, maka sistem imun segera melakukan tanggapan yang disebut respon imun, sementara pada saat yang sama sistem imun bersifat toleran terhadap konfigurasi molekul-molekul yang ada dalam tubuhnya sendiri. Pengenalan oleh sistem imun dan respon yang mengikutinya merupakan subjek utama dari imunologi. Maka apabila sistem tersebut menyimpang, maka sistem imun yang sama beserta respon imunnya akan dapat membawa ke dampak kerusakan jaringan secara imunopatologik (Subowo, 2014).

2.2.8. Fungsi Sistem Komplemen

a. Komponen Aktivator

Aktivasi lintasan klasik dapat bersifat imunologik, yang dapat berbentuk molekul kompleks imun, atau agregat imunoglobulin (IgG₁, IgG₂, IgG₃, dan IgM). Sedang aktivator bagi lintasan alternatif, dapat berbentuk tripsin, LPS (liposakarida) yang terdapat pada permukaan patogen, atau polisakarida lain yang terdapat pada permukaan sel-sel hewan dan tumbuhan. Sedangkan aktivator untuk lintasan lektin, disebutkan molekul yang terdapat pada permukaan patogen.

b. Komponen Komplemen

Komponen komplemen dikelompokkan dalam kelompok yang terlibat aktivasi pada lengan aferen dan komponen efektor pada lengan aferen. Untuk

kemudahannya dilakukan tata penamaan atau nomenklatur. Dasar nomenklatur mengikuti nomenklatur lintasan klasik.

c. Komponen Reseptor Komplemen

Kegiatan penting yang lain komplemen yaitu memberi kemudahan dalam proses perusakan patogen melalui fagositosis sel-sel makrofag. Kemudahan tersebut dapat dimanfaatkan berkat adanya molekul reseptor khusus yang berada pada permukaan sel makrofag yang akan mengenali adanya komponen komplemen yang terikat patogen. Terdapat beberapa jenis reseptor yang berbeda-beda pada permukaan sel makrofag yang dapat mengenali komponen komplemen secara khusus (Subowo, 2014).

d. Struktur dan Fungsi Antibodi

Antibodi yang kemudian diketahui bahwa strukturnya tergolong protein globulin, pada awalnya diungkapkan melalui pemeriksaan elektroforesis serum darah.

1. Struktur Dasar

Imunoglobulin sebenarnya merupakan molekul glikoprotein. Selain terdiri dari 82-96% polipeptida juga mengandung 4-18% komponen karbohidrat, namun aktivitas biologiknya lebih banyak ditentukan oleh komponen polipeptidanya.

2. Diversitas Antibodi dan Epitop Pada Molekul Antibodi

Antibodi yang merupakan efektor humoral spesifik harus menghadapi berbagai konfigurasi asing, maka struktur molekul antibodi menunjukkan tidak homogen melainkan heterogen. Antibodi yang merupakan protein

berstruktur globular dapat bertindak sebagai imunogen, karena dapat dikenal sebagai konfigurasi lainnya. Dengan demikian mereka memiliki epitop pada molekulnya. Pada molekul antibodi yang merupakan imunoglobulin terdapat beberapa epitop yang dikelompokkan dalam beberapa kategori, yaitu: isotipe, alotipe dan idiotipe (Subowo, 2014).

2.2.9. Respons Stres

Istilah respons melawan atau menghindar dipakai untuk mendeskripsikan mekanisme yang terlibat dalam respon respons tubuh untuk bertahan terhadap suatu ancaman fisik. Dalam kondisi stres, tubuh mempersiapkan diri untuk melakukan satu dari dua tindakan berikut: melawan dan mempertahankan diri sendiri dari ancaman yang menghadang atau lari dan menghindari bahaya yang menghadang. Respons melawan dipicu oleh rasa marah. Sebaliknya, respons menghindar diawali oleh rasa takut. Secara khusus, kedua respon tubuh tersebut menyebabkan jantung berdebar-debar, pernapasan menjadi cepat, keluar keringat berlebihan, ketegangan otot, dan laju metabolik tubuh meningkat (Widyastuti, 2004).

2.2.10. Efek Fisik Stres

Hubungan antara stres dan penyakit bukanlah hal baru. Selama berabad-abad, para dokter telah menduga bahwa emosi dapat mempengaruhi kesehatan seseorang secara berarti. Di awal tahun 1970-an, ada dugaan bahwa dari semua penyakit dan kesakitan yang terjadi, 60%-nya berkaitan dengan stres. Berdasarkan temuan terbaru tentang interaksi pikiran tubuh, diperkirakan bahwa 80% dari semua masalah berkaitan dengan kesehatan disebabkan atau diperburuk oleh stres.

Daftar gangguan/kelainan tersebut sangat banyak, mulai dari pilek biasa sampai kanker. Ilmu pengetahuan telah membuktikan bahwa emosi dapat menurunkan sistem imun sehingga dapat mempengaruhi kesehatan (Widyastuti, 2004).

2.2.11. Aktivitas Oksigen Ketika Shalata Tahajud

Shalat tahajud sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh, penelitian medis membuktikan bahwa kandungan oksigen pada atmosfer bumi pada pukul 3 pagi hingga matahari terbit merupakan oksigen yang mempunyai kandungan O₂ yang sangat tinggi. Di saat kita menggerakkan otot-otot maka oksigen tersebut masuk ke setiap sudut rongga tubuh kita. Dan secara otomatis akan melancarkan aliran darah dalam tubuh. Oksigen seperti ini akan menghilang dari atmosfer bumi saat matahari terbit. Dan hanya orang yang bangun pada waktu itulah yang bisa menikmati oksigen sehat tersebut. Jumlah produksi hormon melatonin dapat ditingkatkan dengan melakukan aktivitas yang dapat memperlancar aliran darah dan hormon dari otak ke seluruh tubuh. Aktivitas yang paling tepat adalah dengan melakukan sholat pada waktu tersebut yaitu sholat tahajud. Hal ini dikarenakan pada dasarnya gerakan sholat merupakan aktivitas paling proporsional bagi anatomi tubuh manusia, bahkan dari sudut medis sholat merupakan gudang obat dari berbagai jenis penyakit. Bentuk aktivitas inilah yang membedakan kualitas kesehatan antara seseorang yang bangun malam untuk sholat tahajud dan yang melakukan aktivitas lain. shalat merupakan kombinasi gerakan yang memungkinkan adanya aliran darah yang kaya oksigen dapat mengalir dengan lancar dan berkesinambungan antara otak dan seluruh tubuh. Hal ini dapat menstimulus kelenjar pineal untuk memproduksi hormon melatonin lebih

maksimal. Dengan maksimalnya jumlah melatonin dalam tubuh, maka keseimbangan tubuh secara keseluruhan akan terjaga, hal ini sangat berkaitan dengan peran hormon melatonin terhadap kinerja tubuh (Kurniasih I, 2008).

2.3. Tinjauan Umum Tentang Shalat Tahajud

2.3.1. Definisi Shalat

Shalat adalah suatu ibadah yang terdiri dari perkataan dan perbuatan tertentu yang diawali dengan takbiratul ihram dan diakhiri dengan bacaan salam (Sulthoni, 2007). Adapun syarat wajib shalat yaitu sebagai berikut:

- a. Bergama Islam : yang dimaksud agama Islam seseorang adalah agama yang dibawa oleh Nabi Muhammad SAW
- b. Berakal : dari segi bahasa, akal yang telah di-Indonesiakan berasal dari kata al-'aql. Dengan kekuatan akal orang mendapatkan ilmu dan ilmu yang digunakan serta dimiliki oleh manusia bergantung pada kekuatan akalnya. Selain itu akal adalah al-hijr, menawan atau mengikat. Kata tersebut dari segi bahasa pada mulanya berarti; tali pengikat, penghalang. Al-Qur'an menggunakannya bagi sesuatu yang mengikat atau menghalangi seseorang terjerumus dalam kesalahan atau dosa. Orang yang berakal adalah orang yang mampu mengikat atau mengendalikan hawa nafsunya. Kemampuan seseorang untuk mengikat hawa nafsu, akan menempatkan hawa nafsu pada posisi yang serendah-rendahnya, sehingga hawa nafsu tidak dapat menguasai dirinya, ia akan mampu memahami wahyu sebagai kebenaran. Orang yang tidak mampu menawan hawa nafsunya tidak akan mampu mengendalikan dirinya.

- c. Baligh : istilah dalam hukum Islam yang menunjukkan seseorang telah mencapai kedewasaan. "Baligh" diambil dari kata bahasa Arab yang secara bahasa memiliki arti "sampai", maksudnya "telah sampainya usia seseorang pada tahap kedewasaan
- d. Tidak sedang haidh (menstruasi) atau nifas (Sulthoni, 2007).

2.3.2. Syarat Sahnya Shalat

Syarat sahnya shalat adalah syarat yang harus dipenuhi yang hendak menunaikan shalat agar shalatnya sah dan diterima oleh Allah SWT. Adapun syarat-syarat sahnya shalat adalah seperti di bawah ini.

- a. Telah masuk atau tiba waktu shalat
- b. Suci dari hadas besar maupun kecil, baik badan, pakaian, maupun tempat yang akan dipergunakan untuk shalat.
- c. Menutup aurat
- d. Menghadap arah kiblat (Ka'bah) (Sulthoni, 2007).

2.3.3. Kedudukan Shalat Dalam Al-Qur'an dan Sunnah (Azzam dan Hawwas, 2009).

Berikut ini adalah nash-nash Al-Qur'an dan hadist yang menerangkan tentang shalat.

- a. Dalil dalam Al-Qur'an

Ya Tuhanku, jadikanlah aku dan anak cucuku orang-orang yang tetap mendirikan shalat, Ya Tuhan kami, perkenankanlah doaku (QS. Ibrahim (14): 40).

Dan ia menyuruh keluarganya untuk bersembahyang dan menunaikan zakat, dan ia adalah seorang yang diridhai di sisi Tuhannya (QS. Maryam (19): 55).

Dan Aku telah memilih kamu, maka dengarkanlah apa yang akan diwahyukan (kepadamu); sesungguhnya Aku ini adalah utusan Allah, tidak ada Tuhan (yang hak) selain Aku, maka sembahlah Aku dan dirikanlah shalat untuk mengingat aku (QS. Thaha (20): 14).

b. Hadist Nabawi:

Islam dibangun atas lima pilar: kesaksian bahwa tiada Tuhan melainkan Allah dan Muhammad adalah utusan Allah, mendirikan shalat, menunaikan zakat, haji ke Baitullah, dan puasa bulan Ramadhan. Diriwayatkan dari Jabir bin Abdullah ra, bahwasanya Nabi SAW bersabda: *“Sesungguhnya (kesamaan) antara seseorang dan kesyirikan serta kekafiran adalah meninggalkan shalat”*.

2.3.4. Definisi dan Keutamaan Sholat Sunnah (Tathawwu’)

Tathawwu’ secara bahasa artinya nafilah yakni segala kelebihan yang baik. Allah berfirman, *“Barangsiapa yang dengan kerelaan hati mengerjakan kebajikan, maka itulah yang lebih baik baginya.”*(Al-Baqarah: 184). Jadi tathawwu’ adalah perbuatan yang dilakukan secara suka rela oleh seorang muslim atas kemauannya sendiri, yang bukan merupakan kewajiban baginya.

Sholat tathawwu’ memiliki banyak keutamaan yang besar, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Shalat tathawwu’ dapat menyempurnakan shalat wajib dan menutupi kekurangannya.
- b. Shalat tathawwu’ dapat mengangkat derajat seseorang dan menghapuskan kesalahannya.

- c. Memperbanyak shalat sunnah merupakan sebab terbesar masuknya seseorang kedalam surga, untuk menemani Rasulullah.
- d. Shalat tathawwu' adalah amalan sunnah zahir yang paling utama setelah jihad dan ilmu, baik mempelajari maupun mengajarkannya.
- e. Shalat tathawwu' dirumah dapat melahirkan keberkahan
- f. Shalat tathawwu' dapat menanamkan kecintaan seorang hamba terhadap Allah. Kesempurnaan ibadah tathawwu' dapat menambah rasa syukur seorang hamba kepada Allah (Sa'id, 2012).

2.3.5. Definisi Shalat Tahajud

Salah satu shalat yang termasuk shalat sunnah yaitu shalat tahajud. Shalat tahajud merupakan shalat malam yang dilakukan selepas shalat isya' setelah bangun tidur. Walau hanya beberapa saat saja setelah tidur, maka shalat ini dinamakan shalat tahajud. Ath Thabari berkata : "Yang disebut Tahajud adalah terjaga setelah tidur" (Muhammad, 2015).

2.3.6. Keutamaan dan Kemuliaan Shalat Tahajud

Beratnya melaksanakan amalan sunnah ini, tentunya memiliki segudang keutamaan dan pahala yang luar biasa. Agar menambah semangat dalam melaksanakan shalat tahajud secara rutin, berikut ini beberapa keutamaan dan kemuliaan shalat tahajud.

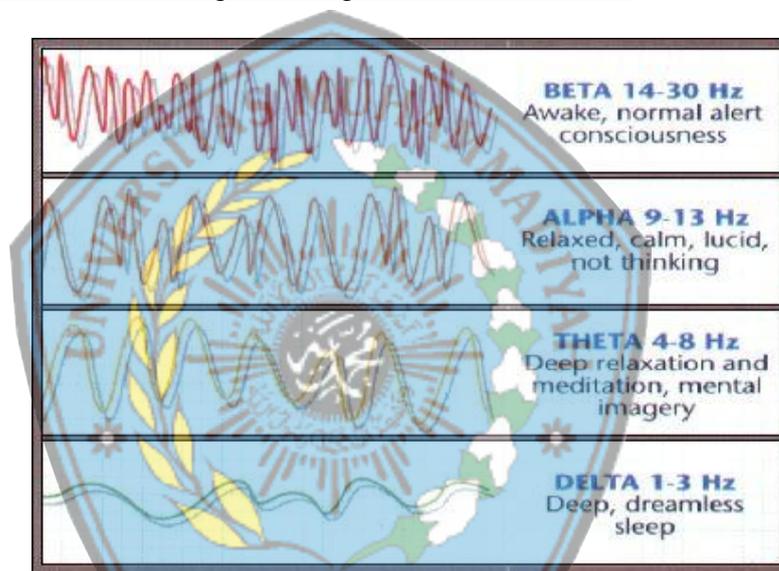
- a. Allah akan mengangkat derajat orang yang shalat malam ke maqam yang terpuji
- b. Shalat malam dapat menjadi syafa'at bagi pelakunya diakhirat kelak
- c. Shalat malam akan menumbuhkan jiwa pemberani

- d. Wajah seseorang akan tampak berseri-berseri bila sering mengerjakan shalat malam
- e. Allah memuji orang-orang yang bangun malam termasuk hamba-hambanya yang shalih dan hamba-hambanya Ar-Rahman
- f. Shalat malam adalah amalan para penuntut ilmu yang haq
- g. Shalat malam dapat menjaga kebugaran dan kesehatan tubuh
- h. Shalat malam adalah yang paling utama setelah shalat wajib
- i. Shalat malam dapat memperbaiki mental seseorang
- j. Bila mendapatkan Lailatul Qadar (shalat malam di waktu bulan Ramadhan) akan diampuni dosanya selama seribu bulan (As-Isfari, 2015).

2.3.7. Shalat Tahajud dan Gelombang Otak

Allah SWT memerintahkan untuk shalat tahajud setelah bangun tidur pada malam hari. Setelah diteliti oleh para ilmuwan baik dalam dan luar negeri menurut teori pikiran bahwa manusia pada saat bangun tidur di malam hari utamanya, gelombang otak/pikirannya masuk pada gelombang alpha dan theta. Gelombang alpha ini merupakan pintu masuk ke pikiran bawah sadar/suprasadar dan pada saat berada pada gelombang pikiran ini pikiran sangat rileks, fokus serta otak memproduksi hormon kebahagiaan dalam jumlah banyak yang otomatis membuat pikiran dan jiwa damai. Disamping itu, karena pikiran dan jiwa dalam keadaan rileks maka tubuh pun menjadi semakin sehat karena pembuluh darah terbuka lebar dan tentunya darah dapat mengalir lancar keseluruh tubuh. Dalam kondisi pikiran pada gelombang alpha, pikiran akan mudah masuk pada pikiran supra sadar/pikiran bawah sadar yang khusyuk, jika pada saat itu

mengerjakan shalat dan berdoa pada Allah, dengan izin Allah akan terkabul dengan cepat. Pikiran suprasadar sangat selaras dengan hati dan jiwa sehingga timbul keyakinan yang kuat. Pancaran gelombang otak pada saat melaksanakan sholat tahajud dan berdoa setelah bangun tidur sangat kuat dan menurut LOA, hukum alam sebab akibat/tarik menarik, pancaran gelombang pada saat itu sangat kuat dan dapat menarik objek apapun yang diinginkan (<http://www.shalat-tahajud.info/2013/03/rahasia-gelombang-otak-dan-shalat.html>).



Gambar.6 Gelombang Otak-Shalat Tahajud

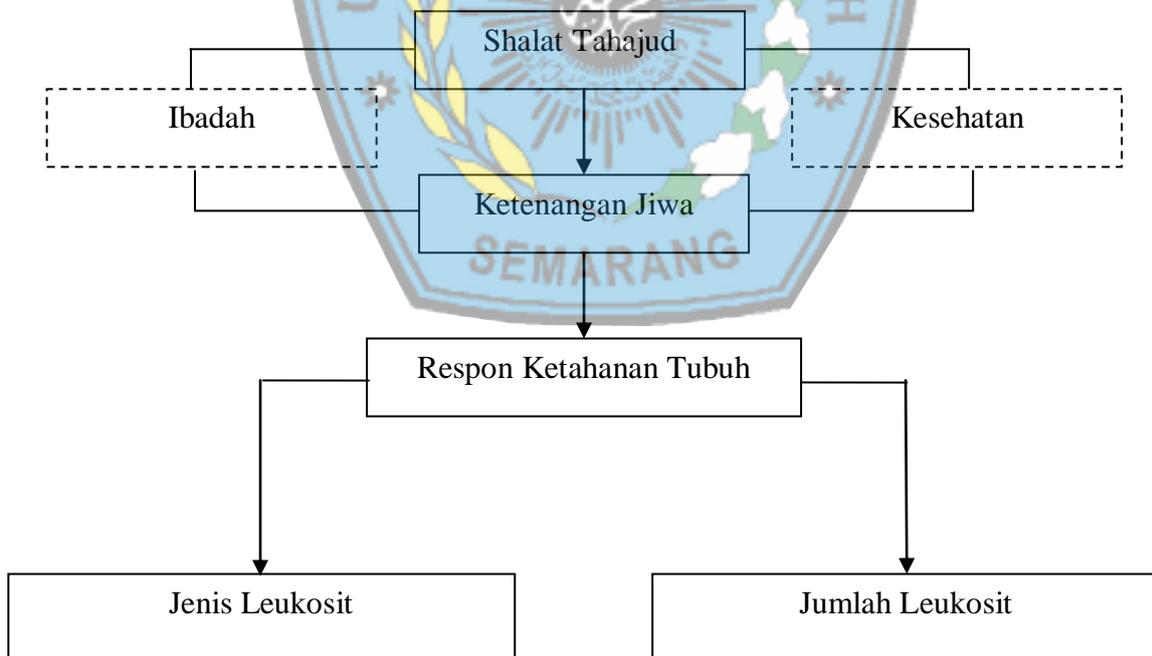
(sumber: <http://www.shalat-tahajud.info/2013/03/rahasia-gelombang-otak-dan-shalat.html>)

2.3.8. Manfaat Medis Shalat Tahajud

Riwayat lain yang dikemukakan Abu Hurairah, Rasulullah SAW pernah bersabda bahwa, “*Shalat sunnah yang utama setelah shalat fardhu adalah shalat tahajud*” (HR Abu Dawud). Shalat tahajud ini memiliki manfaat praktis, baik dari sudut pandang religius maupun kesehatan, sebagaimana disabdakan Rasulullah SAW dalam sebuah hadist “shalat tahajud dapat menghapus dosa, mendatangkan ketenangan dan terhindar dari penyakit” (HR Tirmidzi). Sabda Rasulullah SAW

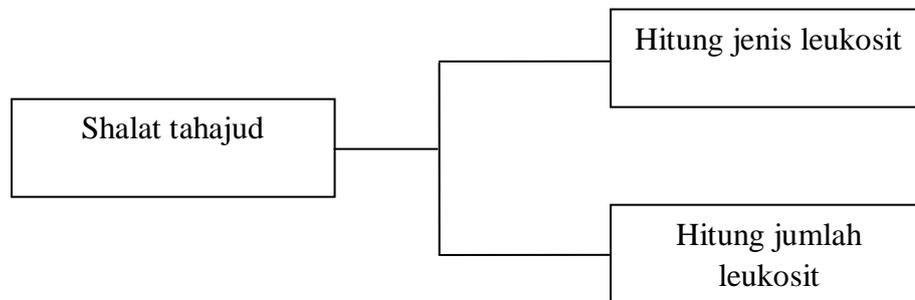
diatas memberikan sebuah peluang untuk menelaah lebih jauh mengenai hubungan praktik ibadah mahdah dengan alur logika dan pembuktian sains. Ini dapat dihubungkan dengan fakta dalam sebuah penelitian yang membuktikan bahwa ketenangan dapat meningkatkan ketahanan tubuh imunologik, mengurangi risiko terkena penyakit jantung, dan meningkatkan usia harapan hidup. Sebaliknya stres dapat menyebabkan seseorang sedemikian rentan terhadap infeksi, mempercepat perkembangan sel kanker dan meningkatkan metastasis. Dengan demikian secara teoritis, para pengamal shalat tahajud pasti terjamin kesehatannya, baik secara fisik maupun mental (Moh Sholeh, 2012).

2.4. Kerangka Teori



Gambar. 7 Kerangka Teori Penelitian

2.5. Kerangka Konsep



Gambar. 8 kerangka konseptual penelitian

2.6. Hipotesis

Ada hubungan shalat tahajud dengan perubahan hasil hitung jenis dan jumlah leukosit

