

PENDIDIKAN NILAI PADA MATERI KONSEP SISTEM IMUN

Ipin Aripin¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Majalengka

Jln. KH. Abdul Halim No. 103, Majalengka

e-mail: ipin.aripin@unma.ac.id / i.arifin85@gmail.com

ABSTRAK

Artikel ini bertujuan untuk memberikan pandangan pendidikan nilai pada konsep sistem imun. Dalam artikel ini akan dibahas nilai religius, nilai praktis, nilai intelektual, nilai sosial politik dan nilai pendidikan yang digali dari kajian materi konsep sistem imun. Sistem kekebalan tubuh (imun) sendiri dipelajari dalam studi khusus, yaitu imunologi berasal dari kata *imun* yang berarti kekebalan dan *logos* yang berarti ilmu. Imunologi adalah ilmu yang mempelajari tentang sistem kekebalan tubuh. Sistem ini mendeteksi berbagai macam pengaruh biologis luar yang luas, organisme akan melindungi tubuh dari infeksi, bakteri, virus sampai parasit, serta menghancurkan zat-zat asing lain dan memusnahkan mereka dari sel organisme yang sehat dan jaringan agar tetap dapat berfungsi seperti biasa. Selain itu pada artikel ini dikaji beberapa nilai karakter yang dapat dikembangkan atau digali dari materi sistem imun.

Kata Kunci : Pendidikan Nilai, Sistem Imun

VALUE EDUCATION IN IMUN SYSTEM CONCEPT MATERIALS

Ipin Aripin¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Majalengka

Jln. KH. Abdul Halim No. 103, Majalengka

e-mail: ipin.aripin@unma.ac.id / i.arifin85@gmail.com

ABSTRAC

This article aims to provide a view of value education on the concept of the immune system. In this article we will discuss religious values, practical values, intellectual values, socio-political values and educational values which are explored from the study of immune system concept material. The immune system it self is studied in special studies, namely immunology derived from the word immune which means immunity and logos which means science. Immunology is the study of the immune system. This system detects a wide range of external biological influences, organisms will protect the body from infections, bacteria, viruses to parasites, and destroy other foreign substances and destroy them from healthy organism cells and tissues to continue to function as usual. In addition, this article examines some character values that can be developed or extracted from immune system material.

Keywords: Value Education, Immune System

PENDAHULUAN

Disadari atau tidak setiap harinya tubuh kita menghadapi berbagai ancaman yang datang dari luar berupaya untuk memasuki tubuh kita dengan berbagai cara. Jutaan bakteri, virus, pathogen dan berbagai mikroorganisme yang lainnya berupaya memasuki tubuh kita dengan berbagai cara melalui sistem pernapasan, sistem pencernaan dan melalui permukaan kulit. Maha besar Allah dengan segala kekuasaan-Nya meskipun serangan yang sangat luar biasa terhadap tubuh kita tetapi Allah sudah mempersiapkan sebuah sistem yang mampu menangkal segala ancaman tersebut melalui sistem imun atau sistem pertahanan tubuh.

Sistem kekebalan tubuh sendiri dipelajari dalam studi khusus, yaitu imunologi berasal dari kata *imun* yang berarti kekebalan dan *logos* yang berarti ilmu. Imunologi adalah ilmu yang mempelajari tentang sistem kekebalan tubuh. Sistem ini mendeteksi berbagai macam pengaruh biologis luar yang luas, organisme akan melindungi tubuh dari infeksi, bakteri, virus sampai parasit, serta menghancurkan zat-zat asing lain dan memusnahkan mereka dari sel organisme yang sehat dan jaringan agar tetap dapat berfungsi seperti biasa. Sistem pertahanan padamakhhluk hidup ada 2 yaitu sistem pertahanan bawaan, *innate immunity* maupun system pertahanan spesifik *adaptive immunity*.

Ada dua jenis imunitas, imunitas bawaan dan adaptif. Imunitas bawaan (non spesifik) merupakan pertahanan yang telah ada semenjak lahir. Imunitas ini berfungsi sebagai respon cepat dalam mencegah penyakit. Imunitas bawaan tidak mengenali mikroba secara spesifik dan melawan semua mikroba dengan cara yang identik. Selain itu, imunitas bawaan tidak memiliki komponen memori sehingga tidak dapat mengenali kontak yang dulu pernah terjadi. Imunitas bawaan terdiri dari komponen lini pertama, yaitu kulit dan membran mukus dan lini kedua yaitu substansi antimikroba, sel *natural killer*, dan fagosit.

Imunitas adaptif (spesifik) merupakan imunitas yang melibatkan mekanisme pengenalan spesifik dari patogen atau antigen ketika berkontak dengan sistem imun. Tidak seperti imunitas bawaan, imunitas adaptif memiliki respon yang lambat, tetapi memiliki komponen memori, sehingga dapat langsung mengenali kontak selanjutnya. Limfosit merupakan komponen dari imunitas adaptif.

Pada materi sistem imun terdapat berbagai nilai yang dapat digali. Baik merupakan nilai yang termasuk nilai Einstein, yaitu nilai religius, nilai pendidikan, nilai intelektual, nilai praktis dan nilai sosio politik juga nilai-nilai pendidikan karakter yang dapat digali dari materi sistem imun tersebut.

Pada dasarnya pendidikan karakter bertujuan untuk membentuk manusia Indonesia yang bermoral, membentuk manusia Indonesia yang cerdas dan rasional, membentuk manusia yang inovatif dan suka bekerja keras, optimis dan percaya, dan berjiwa patriot. Dengan demikian pendidikan yang sangat dibutuhkan saat ini adalah pendidikan yang dapat mengintegrasikan pendidikan karakter dengan pendidikan yang dapat mengoptimalkan perkembangan seluruh dimensi anak baik dari ranah kognitif, fisik, sosial-emosi, kreativitas dan spiritual harus seimbang. Dari materi sistem imun dapat digali nilai-nilai karakter yang dapat dijadikan inspirasi dalam pengembangan pendidikan karakter dalam kehidupan sehari-hari.

PEMBAHASAN

A. Kajian Materi Sistem Imun

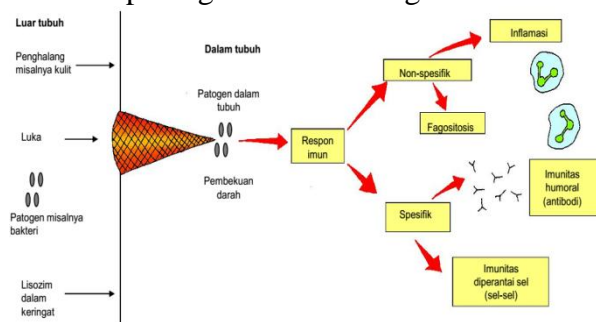
Mikroba yang menyerang masuk ke dalam tubuh harus menembus rintangan eksternal yang dibentuk oleh kulit dan membrane mukosa, yang menutupi permukaan dan melapisi pembukaan pada tubuh hewan. Jika berhasil melewati barrier tersebut, pathogen harus menghadapi garis pertahanan non spesifik kedua, yaitu mekanisme yang saling berinteraksi dan meliputi fagositosis, respon peradangan, dan protein antimikroba.

Tabel 1. Sistem Pertahanan Tubuh

Mekanisme Pertahanan Non Spesifik		Mekanisme Pertahanan Spesifik
Garis Pertahanan Pertama	Garis Pertahanan Kedua	Garis Pertahanan Ketiga
<ul style="list-style-type: none"> • Kulit • Membran mukos • Sekresi dari kulit dan Membran e mukosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Sel darah putih fagosit • Protein antimikroba • Respon peradangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Limposit • Antibodi

(Campbell, 2004:74)

Berdasarkan urutan mekanisme sistem pertahanan tubuh seperti yang diungkapkan di atas dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1. Mekanisme Sistem Pertahanan Tubuh

1. Pertahanan Tubuh Non Spesifik

Respon imun nonspesifik pada umumnya merupakan imunitas bawaan (*innate immunity*), artinya bahwa respon terhadap zat asing yang masuk ke dalam tubuh dapat terjadi walaupun tubuh belum pernah terpapar pada zat tersebut. Respon imun nonspesifik dapat mendeteksi adanya zat asing dan melindungi tubuh dari kerusakan yang diakibatkannya, tetapi tidak mampu mengenali dan mengingat zat asing tersebut. Komponen-komponen utama respon imun nonspesifik adalah pertahanan fisik, kimiawi, humoral dan selular. Pertahanan ini meliputi epitel dan zat-zat antimikroba yang dihasilkan dipermukaannya, berbagai jenis protein dalam darah termasuk komplemen-

komplemen sistem komplemen, mediator inflamasi lainnya dan berbagai sitokin, sel-sel fagosit yaitu sel-sel polimorfonuklear, makrofag dan sel natural killer (NK) (Kresno, 2010).

a. Pertahanan Tubuh Nonspesifik Eksternal

Kulit merupakan rintangan yang pertama dihadapi oleh pathogen. Kulit diibaratkan sebagai benteng pertama pertahanan tubuh. Fungsi perlindungan utama dari kulit diwujudkan lewat lapisan sel mati yang merupakan bagian terluar kulit. Setiap sel baru yang dihasilkan dari pembelahan sel bergerak dari bagian dalam kulit menuju ke permukaan kulit. Selain itu kulit menghasilkan protein yang sangat kuat, yaitu keratin. Senyawa keratin mempunyai struktur yang sangat kuat dan keras sehingga sulit didekomposisi oleh mikroorganisme pathogen. Kulit dan membrane mukosa juga menghasilkan kelenjar minyak dan keringat yang memberikan pH kulit berkisar antara 3-5 yang cukup asam untuk mencegah kolonisasi oleh mikroba.

Kolonisasi mikroba juga dapat dihambat oleh kelenjar saliva, air mata, dan sekresi mukosa yang terus menerus membasahi permukaan yang terpapar. Sekresi tersebut juga mengandung lisozim, yaitu enzim yang mampu merusak dinding sel bakteri yang berusaha masuk melalui sistem respirasi dan pembukaan disekitar mata.

Mucus merupakan cairan kental yang disekresikan oleh sel-sel membrane mukosa. Di trakea, sel epithelium bersilia menyapu keluar mucus dengan mikroba yang terjat di dalamnya, sehingga mencegah mikroba memasuki paru-paru. Mikroba yang masuk melalui makanan akan menghadapi HCl yang sangat asam yang dapat membunuh bakteri (Campbell, 2004).

b. Pertahanan Tubuh Nonspesifik Internal

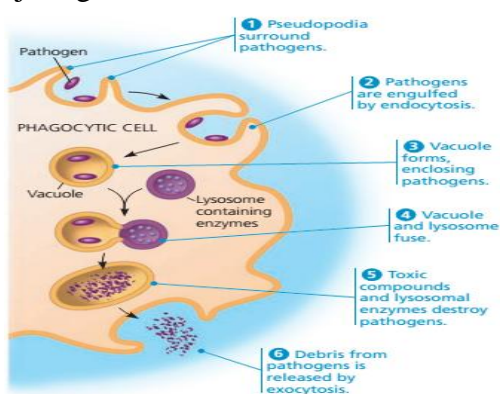
Mikroba yang mampu menembus sistem pertahanan tubuh, akan menghadapi garis pertahanan kedua. Mekanisme utama sistem pertahanan non spesifik internal bergantung pada fagositosis, yaitu proses penelanan mikroorganisme yang menyerang tubuh oleh sel darah putih tertentu. Selain itu,

mekanisme pertahanan tubuh nonspesifik internal juga dilakukan oleh sel *natural killer* (NK), respon peradangan dan senyawa antimikroba.

1) Fagositosis

Sel fagosit yang disebut neutrofil dalam darah putih merupakan yang terbanyak, sekitar 60-70%. Sel neutrofil mendekati sel yang diserang mikroba dengan adanya sinyal kimiawi (kemotaksis). Neutrofil dapat meninggalkan peredaran darah menuju jaringan yang terinfeksi dan membunuh mikroba penyebab infeksi.

Sel monosit, meski hanya sebanyak 5% dari seluruh sel darah putih, memberikan pertahanan fagosit yang efektif. Setelah mengalami pematangan, sel monosit bersirkulasi dalam darah untuk beberapa jam. Setelah itu, bergerak menuju jaringan dan berubah menjadi **makrofag**. Sel mirip *Amoeba* ini mampu memanjangkan pseudopodia untuk menarik mikroba yang akan dihancurkan enzim pencernaannya. Namun, beberapa mikroba telah berevolusi terhadap cara makrofag. Misalnya, beberapa bakteri memiliki kapsul yang membuat pseudopodia makrofag tidak dapat menempel. Bakteri lain kebal terhadap enzim pelisis fagosit dan bahkan dapat bereproduksi dalam sel makrofag. Beberapa makrofag secara permanen berada di organ-organ tubuh dan jaringan ikat.

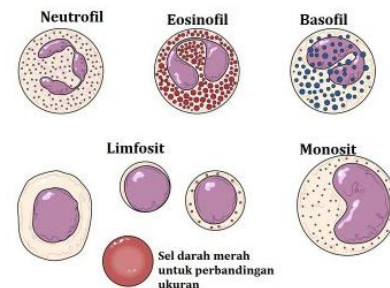


Gambar. Proses Fagositosis

Sumber : Campbell, 2011

Selain neutrofil dan monosit, terdapat juga eosinofil yang berperan dalam sistem pertahanan nonspesifik internal. Sekitar 1,5% sel darah putih merupakan eosinofil. Eosinofil memiliki aktivitas fagositosis yang

terbatas, namun mengandung enzim penghancur di dalam granul sitoplasmanya. Eosinofil berperan dalam pertahanan tubuh terhadap cacing parasit. Eosinofil memposisikan diri di permukaan cacing dan menyekresikan enzim dari granul untuk menghancurkan cacing tersebut.



Gambar : Komponen Leukosit

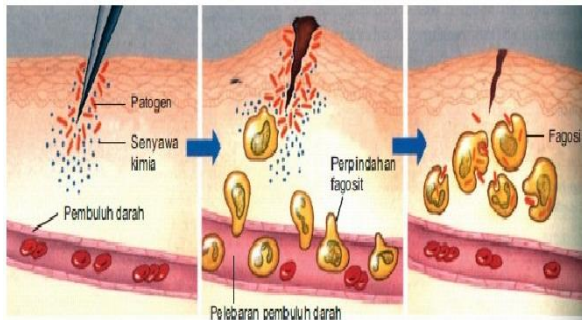
Sumber : (<http://jokowarino.id/fungsi-dan-ciri-ciri-dari-jenis-jenis-sel-darah-putih-leukosit/>)

2) Sel Natural Killer (NK)

Sel NK atau sel pembunuh alami tidak menyerang mikroorganisme secara langsung; alih-alih mereka merusak sel tubuh yang diserang oleh virus dan sel-sel abnormal yang dapat membentuk tumor. Sel NK tidak bersifat fagositik; melainkan menyerang membrane sel sehingga sel tersebut lisis (pecah).

3) Respon Peradangan

Inflamasi merupakan respon tubuh terhadap kerusakan jaringan, misal akibat tergores atau benturan keras. Pada proses ini dipengaruhi oleh Histamin dan prostaglandin. Histamin yang dihasilkan oleh sel tubuh berperan untuk meningkatkan konsentrasi otot dan permeabilitas dinding pembuluh darah kapiler di sekitar areal yang terinfeksi. Peningkatan aliran darah akan memudahkan perpindahan sel – sel fagosit dari darah ke dalam jaringan yang terluka. Neutrofil merupakan fagosit pertama yang menyelubungi luka selanjutnya monosit berperan dengan berkembang menjadi makrofag yang akan membersihkan sel – sel jaringan yang rusak.



Gambar : Mekanisme pertahanan tubuh dengan respon inflamatori

Sumber : (Campbell, 2004)

4) Protein Antimikroba

Protein yang berperan dalam sistem pertahanan tubuh nonspesifik disebut sistem komplemen. Protein tersebut dapat secara langsung membunuh mikroorganisme ataupun mencegah reproduksinya. Terdapat sekitar 20 jenis protein yang termasuk dalam sistem ini. Histamin dan interleukin termasuk protein ini. Protein komplemen bersirkulasi dalam darah dalam bentuk tidak aktif. Jika beberapa molekul dari satu jenis protein komplemen aktif, hal tersebut memicu gelombang reaksi yang besar. Mereka mengaktifkan banyak molekul komplemen lain. Setiap molekul yang teraktifkan, akan mengaktifkan jenis protein komplemen lain dan begitu seterusnya. Aktivasi protein komplemen terjadi jika protein komplemen tersebut berikatan dengan protein yang disebut antigen. Antigen telah dimiliki oleh patogen. Aktivasi dapat terjadi ketika protein komplemen berikatan langsung dengan permukaan bakteri. Beberapa protein komplemen dapat bersatu membentuk pori kompleks yang menginduksi lisis (kematian sel) pada patogen. Beberapa protein komplemen yang teraktifkan juga menyebabkan respons pertahanan tubuh nonspesifik yang disebut peradangan (inflamasi). Selain itu, “menarik” sel-sel fagosit menuju sel atau jaringan yang rusak.

2. Pertahanan Tubuh Spesifik

Sistem pertahanan tubuh spesifik merupakan pertahanan tubuh terhadap patogen tertentu yang masuk ke tubuh. Sistem ini bekerja apabila patogen

telah berhasil melewati sistem pertahanan tubuh nonspesifik. Sistem pertahanan tubuh spesifik disebut juga dengan sistem kekebalan tubuh atau sistem imun. Sistem kekebalan tubuh terbentuk karena adanya peran antigen dan antibodi. Pertahanan tubuh secara spesifik dilakukan oleh *antibodi* yang dibentuk oleh *limfosit* karena adanya *antigen* yang masuk ke tubuh. Limfosit terdiri atas dua tipe, yaitu limfosit B (sel B) dan limfosit T (sel T).

(1) Sel B

"B" sebenarnya berasal dari kata *Bursa Fabricius*, yaitu sebuah organ unik bagi unggas tempat sel B unggas mengalami pematangan dan tempat dimana limfosit B pertama kali ditemukan. Akan tetapi karena sel B semua vertebrata lain berkembang dalam sumsum tulang (*bone marrow*), "B" bisa diartikan "*bone*" maupun "*bursa*".

Sel B berperan dalam pembentukan kekebalan humoral dengan membentuk antibodi. Sel B dapat dibedakan menjadi 3 jenis berikut.

- Sel B pembelah, berfungsi membentuk sel B plasma dan sel B penguat (memori).
- Sel B plasma, berfungsi membentuk antibodi.
- Sel B penguat (memori), berfungsi mengingat antigen yang pernah masuk ke tubuh serta menstimulasi pembentukan sel B plasma jika terjadi infeksi kedua.

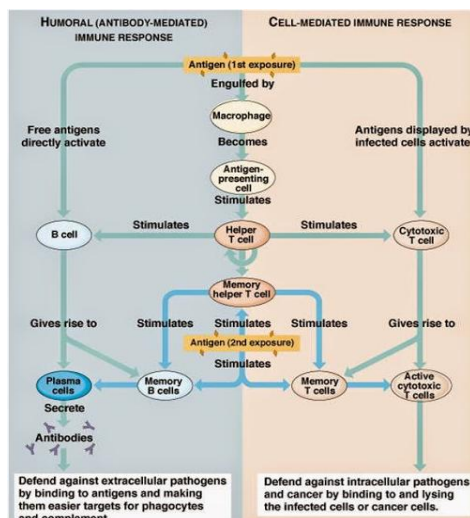
(2) Sel T

"T" berasal dari kata timus, yaitu suatu kelenjar dalam rongga dada di atas jantung yang berperan dalam pematangan limfosit T setelah diproduksi di sumsum tulang. Sel T berperan dalam pembentukan kekebalan seluler yaitu dengan cara menyerang sel penghasil antigen secara langsung. Sel T juga ikut membantu produksi antibodi oleh sel B plasma. Sel T dapat dibedakan menjadi tiga jenis berikut.

- Sel T sitotoksik, berfungsi menyerang patogen yang masuk ke tubuh, sel tubuh yang terinfeksi, serta sel kanker secara langsung.
- Sel T *helper*, berfungsi menstimulasi pembentukan jenis sel T lainnya dan sel B

plasma serta mengaktivasi makrofag untuk melakukan fagositosis.

- Sel T supresor, berfungsi menurunkan dan menghentikan respon imun dengan cara menurunkan produksi antibodi dan mengurangi aktivitas sel T sitotoksik. Sel T supresor akan bekerja setelah infeksi berhasil ditangani.



Gambar : Respon Imun
(Sumber : Campbell, 2011)

3. Antibodi

Antibodi merupakan biomolekul yang tersusun atas protein dan dibentuk sebagai respons terhadap keberadaan benda-benda asing yang tidak dikehendaki di dalam tubuh kita. Benda-benda asing itu disebut antigen. Tiap kali ada benda-benda asing yang masuk ke dalam tubuh diperlukan 10-14 hari untuk membentuk antibodi. Antibodi dihasilkan oleh limfosit B atau sel-sel B. Antibodi digunakan untuk menetralkan atau menghancurkan antigen yang masuk ke dalam tubuh. Setiap detik sekitar 2.000 molekul antibodi diproduksi oleh sel-sel B. Salah satu contoh peristiwa yang melibatkan antibodi adalah ketika kulit kita terkena infeksi karena luka maka akan timbul nanah. Nanah itu merupakan limfosit atau sel-sel B yang mati setelah berperang melawan antigen. Antibodi dapat ditemukan pada aliran darah dan cairan nonseluler. Antibodi memiliki struktur molekul yang bersesuaian dengan antigen secara sempurna, seperti anak

kunci dengan lubangnya. Tiap jenis antibodi spesifik terhadap antigen jenis tertentu.

a. Jenis-jenis Antibodi

Antibodi disebut juga immunoglobulin (Ig) atau serum protein globulin, karena berfungsi untuk melindungi tubuh lewat proses kekebalan (*immune*). Ada lima macam immunoglobulin, yaitu IgG, IgM, IgA, IgE, dan IgD.

a) Immunoglobulin G (IgG)

IgG terbentuk 2-3 bulan setelah infeksi, kemudian kadarnya meninggi dalam satu bulan, menurun perlahan-lahan, dan terdapat selama bertahun-tahun dengan kadar yang rendah. IgG beredar dalam tubuh dan banyak terdapat pada darah, sistem getah bening, dan usus. Senyawa ini akan terbawa aliran darah langsung menuju tempat antigen berada dan menghambatnya begitu terdeteksi. Senyawa ini memiliki efek kuat antibakteri maupun virus, serta menetralkan racun. IgG juga mampu menyelip di antara sel-sel dan menyingkirkan mikroorganisme yang masuk ke dalam sel-sel dan kulit. Karena kemampuan serta ukurannya yang kecil, IgG merupakan satu-satunya antibodi yang dapat dipindahkan melalui plasenta dari ibu hamil ke janin dalam kandungannya untuk melindungi janin dari kemungkinannya infeksi yang menyebabkan kematian bayi sebelum lahir. Selanjutnya immunoglobulin dalam kolostrum (air susu ibu atau ASI yang pertama kali keluar), memberikan perlindungan kepada bayi terhadap infeksi sampai sistem kekebalan bayi dapat menghasilkan antibodi sendiri.

b) Immunoglobulin A (IgA)

Immunoglobulin A atau IgA ditemukan pada bagian-bagian tubuh yang dilapisi oleh selaput lendir, misalnya hidung, mata, paru-paru, dan usus. IgA juga ditemukan di dalam darah dan cairan tubuh lainnya, seperti air mata, air liur, ASI, getah lambung, dan sekresi usus. Antibodi ini melindungi janin dalam kandungan dari berbagai penyakit. IgA yang terdapat dalam ASI akan melindungi sistem pencernaan bayi terhadap mikroba karena tidak terdapat dalam tubuh bayi yang baru lahir.

c) **Immunoglobulin M (IgM)**

Antibodi ini terdapat pada darah, getah bening, dan pada permukaan sel-sel B. Pada saat antigen masuk ke dalam tubuh, Immunoglobulin M (IgM) merupakan antibodi pertama yang dihasilkan tubuh untuk melawan antigen tersebut. IgM terbentuk segera setelah terjadi infeksi dan menetap selama 1-3 bulan, kemudian menghilang. Janin dalam rahim mampu memproduksi IgM pada umur kehamilan enam bulan. Jika janin terinfeksi kuman penyakit, produksi IgM janin akan meningkat. IgM banyak terdapat di dalam darah, tetapi dalam keadaan normal tidak ditemukan dalam organ maupun jaringan. Untuk mengetahui apakah janin telah terinfeksi atau tidak, dapat diketahui dari kadar IgM dalam darah.

d) **Immunoglobulin D (IgD)**

Immunoglobulin D atau IgD juga terdapat dalam darah, getah bening, dan pada permukaan sel-sel B, tetapi dalam jumlah yang sangat sedikit. IgD ini bertindak dengan menempelkan dirinya pada permukaan sel-sel T, mereka membantu sel-sel T menangkap antigen.

e) **Immunoglobulin E (IgE)**

Immunoglobulin E atau IgE merupakan antibodi yang beredar dalam aliran darah. Antibodi ini kadang juga menimbulkan reaksi alergi akut pada tubuh. Oleh karena itu, tubuh seorang yang sedang mengalami alergi memiliki kadar IgE yang tinggi. IgE penting melawan infeksi parasit, misalnya skistosomiasis, yang banyak ditemukan di negara-negara berkembang (Pujiyanto, 2012).

4. Respon Kekebalan Imun

Respon kekebalan tubuh terhadap antigen dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu kekebalan humoral (*antibody – mediated immunity*) dan kekebalan seluler (*cell – mediated immunity*). Berikut akan saya jelaskan satu persatu respon kekebalan tubuh.

1) **Kekebalan Humoral**

Kekebalan humoral melibatkan aktivitas sel B dan antibodi yang beredar dalam cairan darah dan limfe. Antibodi yang

beredar sebagai respon humoral bekerja melawan bakteri bebas, racun, virus dan mikroorganisme lainnya yang berada dalam cairan tubuh. Serangkaian respon terhadap pathogen ini disebut dengan respon kekebalan primer antara lain :

- **Netralisasi** yaitu antibodi akan menetralkan suatu virus dengan cara melekat pada molekul yang harus digunakan oleh virus untuk menginfeksi sel inang. mekanisme ini akan menetralkan racun dari mikroorganisme sehingga akan mudah difagositosis oleh makrofag.
- **Aglutinasi (penggumpalan)** yaitu proses penggumpalan bakteri atau virus yang diperantarai oleh antibody yang akan bekerja menetralkan mikroorganisme tersebut. Terjadi karena setiap molekul antibody memiliki paling tidak dua tempat pengikatan antigen. Kompleks besar yang terbentuk melalui proses aglutinasi yang akan memudahkan fagositosis makrofag.
- **Presipitasi (pengendapan)** yaitu proses dimana molekul – molekul antigen yang terlarut dalam cairan tubuh akan diendapkan oleh antibody. Proses ini akan memudahkan proses pengeluaran dan pembuangan antigen oleh fagositosis.
- **Fiksasi komplemen (aktivasi)** yaitu mengaktifkan komplemen dengan adanya kompleks antigen – antibody. Apabila ada infeksi maka protein yang pertama dalam rangkaian protein komplemen akan diaktifkan, reaksi komplemen ini akan mengakibatkan lisisnya banyak jenis virus dan sel – sel pathogen.

2) **Kekebalan Seluler**

Kekebalan seluler melibatkan sel T Yang bertugas menyerang sel – sel asing atau jaringan tubuh yang terinfeksi secara langsung. Berdasarkan cara memperolehnya kekebalan tubuh digolongkan menjadi dua kelompok yaitu kekebalan aktif dan kekebalan pasif.

• **Kekebalan Aktif**

Kekebalan aktif merupakan kekebalan yang dihasilkan oleh tubuh itu sendiri, Tubuh membentuk antibodi sendiri karena infeksi antigen. Kekebalan ini dapat

diperoleh secara alami dan buatan sebagai contoh secara alami melalui penyakit seperti halnya penyakit cacar dan secara langsung tubuh membentuk vaksinasi virus cacar dengan cara didalam tubuh penderita dikembangkan kekebalan humoral dan kekebalan seluler, setelah mengidap penyakit cacar penderita tidak akan terkena dua kali penyakit cacar. Sedangkan cara buatan dengan adanya vaksinasi (imunisasi) terhadap mikroorganisme tertentu dengan cara dimasukkan antigen yang telah dilemahkan atau telah mati kedalam tubuh.

- **Kekebalan Pasif**

Kekebalan pasif merupakan kekebalan yang diperoleh setelah menerima antibody dari luar. Kekebalan ini dapat diperoleh dengan cara alami yaitu dengan cara pemberian ASI (Air Susu Ibu) dan secara buatan melalui penyuntikkan antiserum yang mengandung antibody IgG atau immunoglobulin lainnya. Kekebalan pasif buatan ini hanya bertahan beberapa minggu saja karena immunoglobulin yang berasal dari tubuh akan diuraikan oleh tubuh orang tersebut.

B. Pendidikan Nilai dalam Materi Sistem Imun

Menurut Yudianto (2000), terdapat nilai-nilai yang dapat digali dari setiap materi pembelajaran biologi seperti nilai religius, nilai praktis, nilai intelektual, nilai sosial politik dan nilai pendidikan. Pada materi tentang sistem imun (kekebalan tubuh) terdapat nilai-nilai yang dapat digali antara lain :

1. Nilai religius

Nilai religius dalam suatu bahan ajar dalam sains adalah kandungan nilai yang dapat meningkatkan keyakinan terhadap Allah. Adanya keteraturan, keseimbangan, peristiwa sebab akibat, dan sebagainya merupakan aspek yang menumbuhkan kesadaran bahwa segala hal yang terjadi mesti ada yang menciptakan dan mengaturnya. Kandungan nilai religius dari materi sistem imun antara lain :

a. Mekanisme sistem pertahanan tubuh yang begitu teratur dan luar biasa

dalam mempertahankan tubuh kita dari gangguan dan ancaman dari mikroorganisme yang datang dari luar tubuh menunjukkan adanya sang kreator di balik itu semua. Menurut Yahya (2002), mekanisme sistem pertahanan tubuh yang tidak pernah tidur dan terbentuk secara teratur menunjukkan bahwa sistem tersebut diciptakan bukan hasil dari evolusi. Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al-Furqon : 2

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا

Artinya : *Yang kepunyaan-Nya-lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu baginya dalam kekuasaan(Nya), dan Dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya.*

2. Nilai praktis

Nilai praktis dalam suatu bahan ajar adalah nilai yang berhubungan dengan aspek-aspek manfaat sains untuk kehidupan manusia. Dalam hal ini sains dapat berkembang dengan pesat, karena banyak memiliki nilai praktis bagi kehidupan manusia. Sebagaimana kita ketahui bahwa setiap hari tubuh kita disusupi oleh berbagai mikroorganisme yang berupa masuk ke dalam tubuh, seiring dengan penambahan usia dan faktor-faktor lain sistem imun akan mengalami penurunan. Sistem imun pada manusia mempunyai banyak nilai praktis, antara lain :

a. Dikembangkan obat-obatan atau multivitamin yang dapat meningkatkan sistem imun, seperti stimuno dan lain-lain. Dalam ajaran islam salah satu cara untuk meningkatkan sistem imun adalah dengan mengkonsumsi madu sebagaimana firman Allah SWT dalam Surat An-Nahl:69 sebagai berikut.

ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ
 ذُلَالًا تَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ
 فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ
 يَتَفَكَّرُونَ ﴿١٦﴾

Artinya: Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu). dari perut lebah itu ke luar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang memikirkan.

- b. Dikembangkan berbagai vaksin yang dapat mencegah penyakit dari berbagai jenis virus atau mikroorganisme tertentu, seperti vaksin campak, rubella, polio dan lain-lain. Dalam pandangan islam menggunakan vaksin adalah salah satu cara kita agar terhindar dari penyakit berbahaya, akan tetapi menggunakan vaksin bukan berarti kita pasti akan kebal dari penyakit. Karena Allah SWT telah berfirman dalam QS Al Hadiid : 22 sebagai berikut :

مَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي
 أَنْفُسِكُمْ إِلَّا فِي كِتَابٍ مِّن قَبْلِ أَنْ نَبْرَأَهَا
 إِنَّ ذَلِكَ عَلَى اللَّهِ يَسِيرٌ ﴿٢٢﴾

Artinya : Tiada suatu bencanapun yang menimpa di bumi dan (tidak pula) pada dirimu sendiri melainkan telah tertulis dalam kitab (Lauhul Mahfuzh) sebelum Kami menciptakannya. Sesungguhnya yang demikian itu adalah mudah bagi Allah.

- 3. Nilai intelektual
 Nilai intelektual suatu bahan ajar sains biologi adalah mengajarkan kecerdasan

seseorang dalam menggunakan akalnyanya untuk memahami sesuatu dengan tidak mempercayai tahayul. Bahan ajar biologi baik secara morfologis, anatomis maupun fisiologis dapat menanamkan nilai intelektual. Salah satu jenis respon imun dalam tubuh kita adalah adanya implamasi atau peradangan yang dapat menyebabkan tubuh kita menjadi demam. Bagi sistem imun demam memiliki banyak manfaat untuk menghentikan replikasi antigen dan juga menghemat energi. Berikut merupakan nilai intelektual dari materi sistem imun :

- a. Dengan mengetahui bahwa demam merupakan respon imun tubuh terhadap adanya gangguan dari luar yang masuk ke dalam tubuh, dan demam merupakan mekanisme sistem imun agar menghemat energi dalam melakukan perlawanan terhadap antigen yang menyerang, maka jangan lagi ada asumsi bahwa terjadinya demam akibat adanya gangguan makhluk halus.
- b. Dengan mengetahui bahwa sistem imun (pertahanan tubuh) dapat mengalami peningkatan dan penurunan maka kita dapat melakukan pola hidup yang sehat dengan rajin berolahraga, pola hidup dan makanan yang baik serta mengkonsumsi nutrisi yang dapat meningkatkan sistem imun.
- 4. Nilai sosial politik

Konsep-konsep dalam sains biologi memberikan banyak petunjuk untuk dijadikan pelajaran bagi hubungan interaksi manusia dibidang sosial, politik, ekonomi. Nilai suatu bahan ajar merupakan suatu model tentang jalinan hubungan sesama manusia sebagai makhluk sosial yang tidak bisa hidup sendiri, tetapi memerlukan peran serta orang lain dalam mewujudkan misi politik dan kemajuan ekonominya. Berikut adalah nilai sosial politik dari materi sistem imun.

- a. Adanya sistem pertahanan tubuh yang berlapis dengan berbagai perangnya mengajarkan kepada suatu sistem

pertahanan Negara, yang terdiri atas TNI, Polri sampai dengan Hansip. Kulit dan mukosa diibaratkan benteng teluar dari Negara, Sumsum tulang diibaratkan sebagai barak tentara, Limfosit diibaratkan sebagai gudang senjata, Sel T sebagai pasukan tempur dan Makrofag sebagai pasukan pembersih.

5. Nilai pendidikan

Nilai pendidikan suatu bahan ajar sains merupakan kandungan nilai yang dapat memberikan inspirasi atau gagasan yang dimunculkan untuk pemenuhan kebutuhan hidup manusia. Berkaitan dengan nilai pendidikan, maka beberapa nilai yang dapat dikembangkan dari pembelajaran konsep sistem imun antara lain :

- a. Dengan memahami cara kerja sistem pertahanan tubuh dapat diadaptasi dalam dunia militer dalam melakukan pertahanan Negara.
- b. Sistem pertahanan tubuh yang berlapis dari mulai garis pertahanan pertama, yaitu kulit dan mukosa, garis pertahanan kedua, yaitu fagosit, peradangan dan garis pertahanan ketiga, yaitu limfosit dan antibody dapat dijadikan inspirasi dalam membentuk sistem pertahanan Negara yang berlapis. Dimulai dari masyarakat, aparat sipil Negara dan TNI sebagai pertahanan inti Negara.
- c. Adanya sumsum tulang sebagai penghasil prajurit sistem pertahanan dapat menjadi inspirasi dalam pengembangan instansi pertahanan Negara seperti Akmil.
- d. Adanya sel T sebagai pasukan khusus yang bertugas sebagai prajurit pembunuh maka dapat menginspirasi dalam pembentukan satuan khusus seperti Densus 88, Kopasus dan sebagainya.
- e. HIV/AIDS dapat menular melalui hubungan seks, jarum suntik dan sebagainya oleh karena itu perlu adanya pembekalan pendidikan agama yang baik agar siswa terhindar dari

berbagai penyakit seksual dan HIV/AIDS.

C. Pendidikan Karakter pada Materi Sistem Imun

1. Bertanggung jawab

Pada sistem imun setiap bagian tubuh yang berperan untuk melakukan sistem pertahanan memiliki tugas pokok tersendiri seperti bagian pertahanan pertama, yaitu kulit dan mukosa berupaya untuk menangkal setiap serangan melalui mekanismenya masing-masing, kulit selalu berupaya menangkal serangan fisik dari luar dengan mengeluarkan keringat dan minyak serta keratin untuk menghalangi masuknya antigen ke dalam tubuh demikian pula lapisan mukosa berupaya menjerat antigen yang masuk dengan secret demikian pula sistem pertahanan tubuh yang selanjutnya. Hal ini memberikan makna tanggung jawab terhadap tugas yang telah dibebankan kepadanya.

2. Gotong Royong

Dalam melakukan pertahanan tubuh, sistem pertahanan yang dilakukan oleh tubuh bekerja bersama-sama. Sel B dan sel T bekerjasama untuk membentuk antibody dan menghancurkan antigen yang masuk. Secara umum, mekanisme kerja sistem imun tubuh kita adalah sebagai berikut; saat ada antigen (benda asing yang masuk ke dalam tubuh) terdeteksi, maka beberapa tipe sel bekerjasama untuk mencari tahu siapa mereka dan memberikan respons. Sel-sel ini memicu limfosit B untuk memproduksi antibodi, suatu protein khusus yang mengarahkan kepada suatu antigen spesifik.

3. Toleransi

Contohnya bila seseorang pernah terkena cacar maka biasanya individu tersebut tidak terkena penyakit yang sama lagi atau seandainya terjangkit tidak akan memberikan komplikasi yang fatal serta cepat pulih. Hal ini juga merupakan mekanisme bagaimana imunisasi mencegah penyakit tertentu. Sebuah

imunisasi mengenalkan tubuh terhadap antigen dengan cara yang tidak membuat sakit, tapi cukup untuk membuat tubuh memproduksi antibodi yang akan melindungi seseorang dari serangan penyakit tersebut di masa depan. Hal ini memberikan makna adanya toleransi.

4. Kerja Keras

Terdapat sel B pemicu (memori), berfungsi mengingat antigen yang pernah masuk ke tubuh serta menstimulasi pembentukan sel B plasma jika terjadi infeksi kedua. Adanya sel B pemicu ini memberikan makna adanya kreativitas yang dikembangkan agar setiap ada antigen yang masuk tidak harus dideteksi kembali dari awal tapi cukup mengenali berdasarkan data yang sudah ada.

5. Disiplin

Setiap mekanisme sistem pertahanan tubuh bekerja secara terprogram dan spesifik sesuai dengan job deskripsinya. Sel B dan sel T tidak pernah berebutan untuk menghancurkan antigen yang masuk tetapi bekerja sesuai dengan mekanismenya masing-masing dimana sel B berperan untuk menghasilkan antibody sementara sel T berperan menghancurkan musuh. Dari sini dapat memberikan makna adanya disiplin sesuai dengan tugas pokok masing-masing.

SIMPULAN

Berdasarkan materi sistem imun ini kita dapat belajar berbagai hal tentang pendidikan nilai dan pendidikan karakter. Dari sistem imun kita dapat belajar bagaimana memahami nilai religius atas kekuasaan Allah SWT yang menciptakan alam dan sistem dengan teratur dan sistematis seperti pada sistem imun. Demikian juga pada pendidikan karakter kita dapat belajar bagaimana sistem pertahanan tubuh bekerja sama satu dengan yang lainnya dalam mempertahankan tubuh dari ancaman antigen yang masuk. Berkaitan dengan bagaimana mengembangkan pendidikan karakter dari nilai-nilai yang terkandung

dalam materi IPA, dapat dilakukan dengan cara memberikan pemahaman yang komprehensif dalam pemikiran, perasaan dan perilaku pada siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Campbell, et. al. (2012). *Biology Tenth Edition*. US : Pearson Education

Campbell, et. al. (2004). *Biologi Edisi Kelima Jilid III*. Jakarta : Erlangga

Kimball. J. W. (1983). *Biologi Jilid 2 Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga

Kresno, B.S. (2010). *Imunologi: Diagnosis dan Proses Laboratorium*. Edisi Kelima. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

Pujiyanto, S. (2012). *Menjelajah Dunia Biologi 2*. Jakarta : Platinum

Yahya, H. (2002). *Sistem Kekebalan Tubuh dan Keajaiban di Dalamnya*. Bandung : Dzikra

Yudianto, S. A. (2010). *Manajemen Alam Sumber Pendidikan Nilai*. Bandung : Mughni Sejahtera

Sumber website :

<https://alkafyuone.wordpress.com/2013/05/27/sistem-pertahanan-tubuh/>

<http://wartabiology.blogspot.com/2015/05/sistem-pertahanan-tubuh-manusia.html>

<https://immune0system.wordpress.com/2010/04/29/antibodi-dan-jenis-jenis-antibodi/>

<https://lifestyle.kompas.com/read/2010/03/06/07500742/bagaimana.sistem.imun.bekerja>