



**MODUL IMUNOLOGI
(IBL 341)**

**MODUL SESI 1
PENDAHULUAN**

DISUSUN OLEH

Dr. HENNY SARASWATI, S.Si, M.Biomed

Universitas
Esa Unggul

UNIVERSITAS ESA UNGGUL

2021

PENDAHULUAN

A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Menganalisis peran respon imun yang diperlukan untuk melawan infeksi.
2. Mengidentifikasi sumber-sumber infeksi pada tubuh.

B. Uraian dan Contoh

1. Topik-topik yang dipelajari

Pada mata kuliah Imunologi ini dipelajari beberapa topik dalam 14 kali pertemuan. Topik-topik ini dapat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu topik-topik sebelum dan sesudah Ujian Tengah Semester (UTS). Pertemuan 1 - 7 akan diberikan sebelum pelaksanaan UTS dengan topik-topik :

- Pertemuan 1 - Pendahuluan.
- Pertemuan 2 - Respon imun non-spesifik/*innate*.
- Pertemuan 3 - Respon imun spesifik/adaptif.
- Pertemuan 4 - Sitokin (1).
- Pertemuan 5 - Sitokin (2).
- Pertemuan 6 - Maturasi sel limfosit T dan B.
- Pertemuan 7 - Pengenalan antigen oleh sistem imun.

Sedangkan pertemuan 8 - 14 dilaksanakan setelah pelaksanaan UTS, dengan topik-topik pembelajaran sebagai berikut :

- Pertemuan 8 - Hipersensitivitas dan autoimun (1).
- Pertemuan 9 - Hipersensitivitas dan autoimun (2).
- Pertemuan 10 - Penyakit defisiensi respon imun (1).
- Pertemuan 11 - Penyakit defisiensi respon imun (2).
- Pertemuan 12 - Mekanisme patogen menghindari respon imun.
- Pertemuan 13 - Respon imun terhadap tumor dan transplantasi.
- Pertemuan 14 - Vaksin.

Semua topik-topik perkuliahan ini harus diikuti oleh semua mahasiswa untuk dapat mencapai kompetensi dasar yang diharapkan dari mata kuliah imunologi ini.

2. Persentase Penilaian

Pada perkuliahan, terdapat proses penilaian kemampuan mahasiswa berdasarkan kuis, tugas, nilai Ujian Tengah Semester (UTS) dan nilai Ujian Akhir Semester (UAS). Masing-masing memiliki persentase tersendiri, sebagai berikut :

- × Kuis : 5 %
- × Tugas : 25 %
- × UTS : 30 %
- × UAS : 40 %

Nilai akan diinformasikan secara transparan kepada mahasiswa melalui Sistem Informasi Manajemen Akademik (SIKad) Universitas Esa Unggul, sehingga setiap mahasiswa dapat mengetahui dengan detil mengenai besaran nilai yang didapat.



Gambar 1. Sistem Informasi Manajemen Akademik (SIKad) yang dapat digunakan mahasiswa untuk memantau nilai, jadwal kuliah dan ujian.

Capaian Pembelajaran yang ingin dicapai dari mata kuliah ini adalah mahasiswa dapat menyimpulkan konsep dasar respon imun pada tubuh, memahami mekanisme respon imun terhadap infeksi (imunologi infeksi), menjelaskan

beberapa kelainan pada respon imun tubuh, serta menjelaskan respon imun pada tumor dan proses transplantasi serta pemanfaatan respon imun dalam pencegahan penyakit.

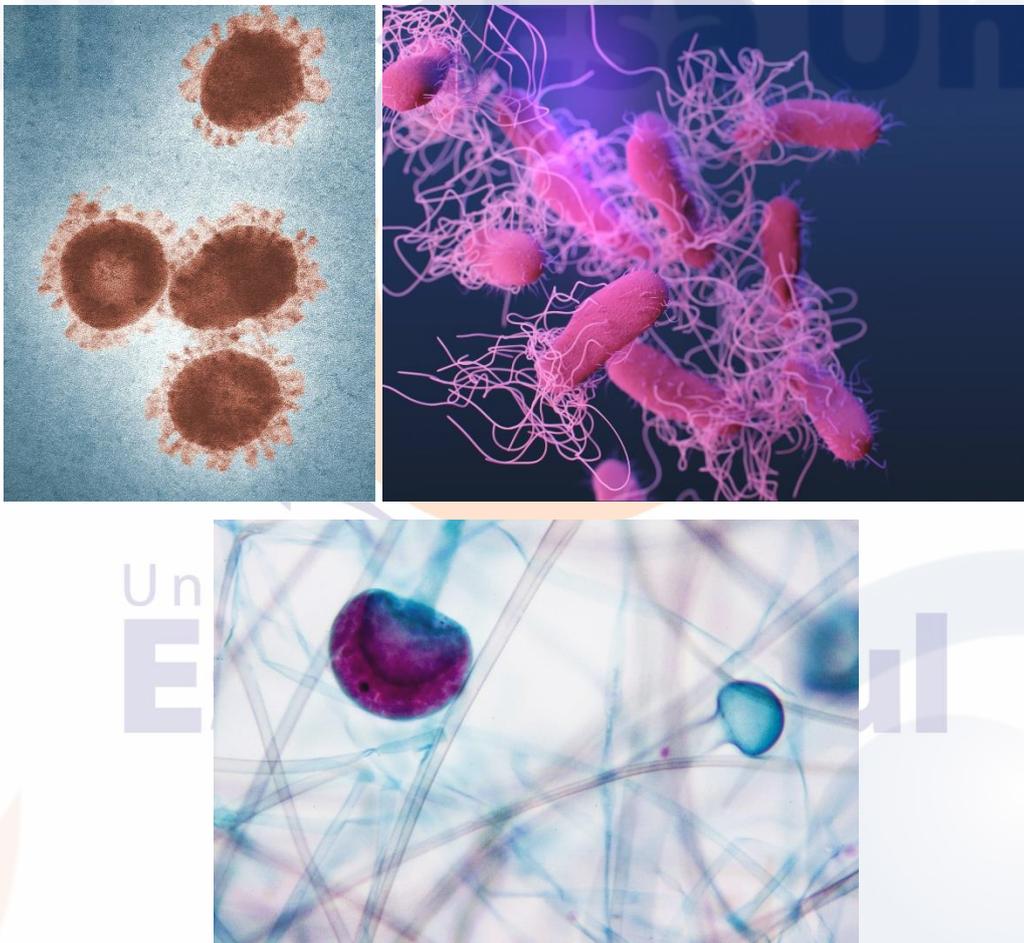
Capaian pembelajaran ini dijabarkan dalam sub-sub capaian pembelajaran sebagai berikut : (1) mahasiswa mampu menerangkan mengapa respon imun penting bagi tubuh, (2) mahasiswa mengetahui komponen-komponen sistem imun, (3) mahasiswa mengetahui proses maturasi komponen sistem imun adaptif, (4) mahasiswa mengetahui cara pengenalan antigen oleh sistem imun, (5) mahasiswa menjelaskan cara patogen menghindari respon imun tubuh, (6) mahasiswa menjelaskan mekanisme hipersensitivitas dan autoimun, (7) mahasiswa menjelaskan mekanisme penyakit *immunodeficiency*, (8) mahasiswa menjelaskan respon imun melawan tumor dalam transplantasi dan (9) mahasiswa menjelaskan prinsip vaksinasi dan beberapa jenis pendekatan vaksin.

3. Mengenal Imunologi

Dalam kehidupan sehari-hari, seringkali kita mendengar istilah imun, respon imun, atau bahkan ada juga yang sering mendengar istilah imunologi. Mata kuliah kita ini pun juga menggunakan istilah imunologi. Sebenarnya, apa arti dari imunologi ini? Apakah kalian dapat menjawabnya?

Jika kita mendengar istilah kekebalan tubuh, maka imunologi memiliki hubungan dengan istilah ini. **Imunologi** adalah ilmu yang mempelajari sistem pertahanan tubuh terhadap infeksi. Mengapa kita perlu mempelajari imunologi? Karena tubuh kita setiap waktu terpapar oleh agen-agen infeksius yang dapat menyebabkan penyakit. Meskipun demikian, kita tidak selalu menjadi sakit. Disinilah peran sistem kekebalan tubuh atau imunitas tubuh bekerja. Mekanisme sistem imunitas tubuh inilah yang kita pelajari di dalam imunologi. Kita dapat mengetahui komponen apa saja yang berperan dalam menjaga tubuh kita terhindar dari penyakit. Kita bisa juga mengetahui bahwa agen infeksius/patogen juga bisa melakukan berbagai cara untuk melawan balik sistem imun kita. Bahkan kita juga dapat mempelajari penggunaan respon imunitas tubuh untuk pencegahan penyakit sebelum kita terpapar melalui vaksinasi.

Pertanyaan selanjutnya yang muncul adalah apa sajakah agen-agen infeksius/patogen ini? Seperti yang sudah kita pelajari bersama bahwa mikroba adalah salah satu patogen yang bisa menginfeksi manusia. Mikroba yang disebutkan disini adalah **virus, bakteri dan fungi (jamur)**. Selain itu juga terdapat protozoa seperti **cacing, amoeba dan Plasmodium** yang bisa menginfeksi manusia. **Infeksi** adalah suatu proses masuknya organisme asing ke dalam tubuh inangnya dan berkembang biak di dalamnya, dimana organisme ini secara normal tidak banyak terdapat di dalam tubuh. Proses infeksi ini dapat berkembang menjadi penyakit.



Gambar 2. Beberapa patogen yang dapat menginfeksi manusia, seperti **virus** (kiri atas), **bakteri** (kanan atas) dan **fungi** (bawah). (sumber : unsplash dan stockvault).

Lalu darimanakah patogen-patogen ini berasal? Patogen-patogen ini bisa berasal dari beberapa sumber mulai dari lingkungan yang kotor, air yang tidak

bersih, tanah, hewan, bahkan penularan dari orang di sekitar kita. Patogen-patogen ini bisa menginfeksi manusia setiap saat, sehingga bisa menyebabkan penyakit sewaktu-waktu. Tetapi mengapa kita tidak selalu sakit? Disinilah peran dari sistem imun kita, menjaga agar tubuh kita selalu sehat dan melawan patogen-patogen sebagai sumber infeksi.



Gambar 3. Sumber infeksi bisa berasal dari beberapa tempat seperti lingkungan yang tidak bersih, tanah, hewan bahkan penularan dari rekan kerja kita. (sumber : freepik dan unsplash).

4. Sejarah Perkembangan Imunologi

Dibandingkan dengan ilmu pengetahuan yang lain, imunologi merupakan ilmu baru walaupun telah dimulai sejak abad ke-18. Pada tahun 1796, **Edward Jenner** melakukan percobaan inokulasi (penanaman) cacar sapi (*cowpox*) pada seorang anak. Hasil dari percobaan ini adalah adanya fakta bahwa anak tersebut menjadi lebih kebal terhadap penyakit cacar (*smallpox*) yang saat itu sedang mewabah dan belum diketahui cara pencegahannya. Pada saat itu Edward Jenner menyimpulkan bahwa tindakan inokulasi secara sengaja inilah yang berperan dalam perlindungan terhadap penyakit cacar. Meskipun saat itu belum diketahui mekanisme perlindungan terhadap penyakit, tetapi hasil percobaan ini

mengantarkan para ahli untuk mempelajari lebih lanjut mengenai sistem pertahanan tubuh terhadap penyakit. Saat ini percobaan yang dilakukan oleh Edward Jenner dikenal dengan nama vaksinasi. Oleh karena itu, banyak yang menyatakan bahwa Edward Jenner adalah penemu vaksinasi, meskipun ada juga sejarah yang menyatakan bahwa sebelum Edward Jenner terdapat praktik vaksinasi.



Gambar 5. Penyakit cacar yang dapat dicegah dengan vaksinasi.

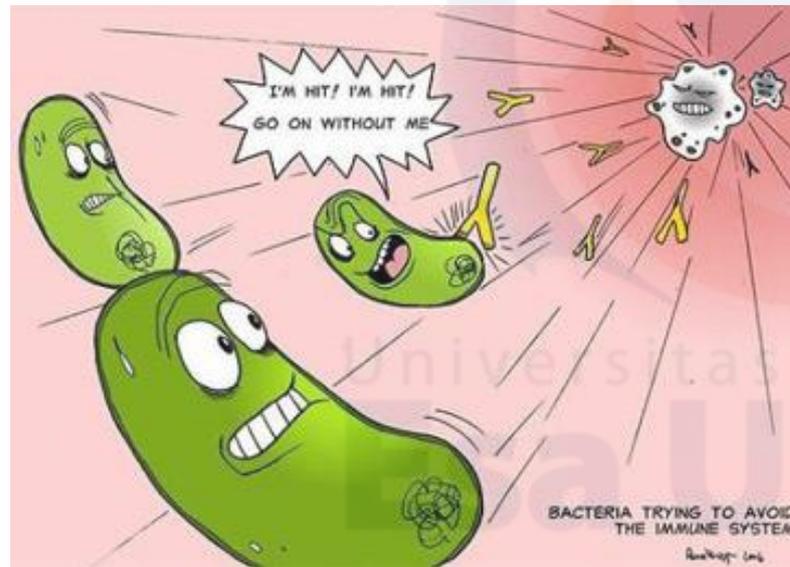
Setelah itu, terdapat pula beberapa penemuan penting lainnya. **Robert Koch** menemukan bahwa mikroba atau mikroorganisme merupakan penyebab beberapa penyakit. Selain itu diketahui bahwa mikroba secara spesifik menyebabkan penyakit tertentu. **Postulat Koch** sering digunakan untuk menentukan apakah suatu penyakit disebabkan oleh mikroba sampai saat ini.

Kemudian pada tahun 1880, Louis Pasteur merancang vaksin kolera untuk ayam dan juga membuat vaksin rabies. Penemuan tidak kalah penting juga dihasilkan oleh **Emil van Behring dan Shibasaburo Kitasato** pada tahun 1890 yang menemukan bahwa "terdapat sesuatu" pada serum hewan yang terkena difteri dan tetanus yang "memiliki aktivitas antitoksin". Saat ini "sesuatu" tersebut dikenal dengan nama **antibodi**.

5. Mengetahui Respon Imun

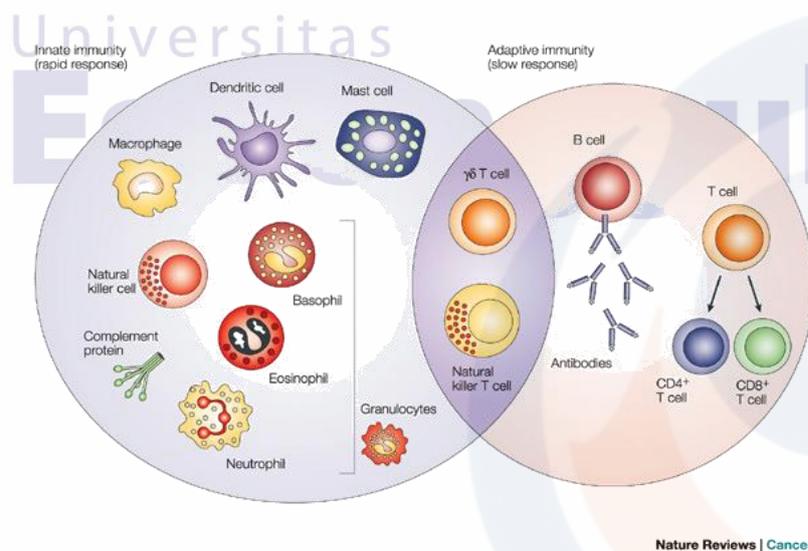
Setelah kita mengetahui jenis-jenis patogen serta sumbernya dan pentingnya sistem kekebalan tubuh, maka dapat kita simpulkan bahwa respon

imun/respon kekebalan tubuh adalah suatu respon dari tubuh kita yang dapat melawan patogen.



Gambar 6. Ilustrasi respon imun berupa produksi antibodi yang menyerang bakteri patogen. (sumber: pinterest).

Ternyata di dalam tubuh kita terdapat 2 komponen respon imun, yaitu (1) respon imun innate/non spesifik/ non-adaptif dan (2) respon imun spesifik/adaptif. Komponen-komponen apa saja yang menyusun kedua respon imun ini? Akan kita lihat dan pelajari pada pembelajaran berikutnya.

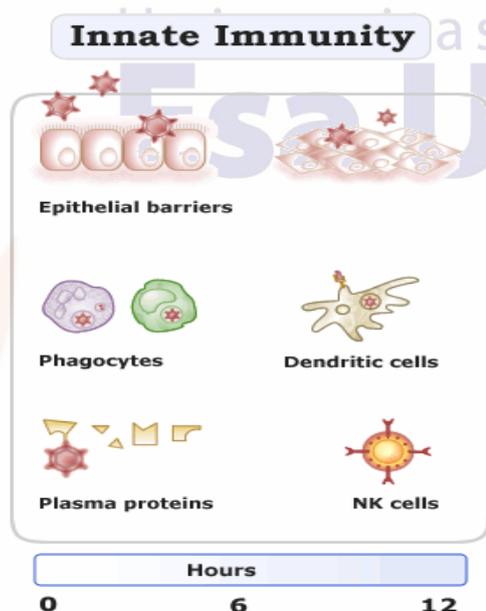


Gambar 7. Komponen-komponen penyusun respon imun innate dan spesifik. (sumber: Glanoff, 2004).

Lalu bagaimana sebenarnya cara sistem imun memerangi patogen? Lihatlah video 1 yang tertera pada e-learning kalian. Pada video tersebut digambarkan, jika kulit kita terluka maka patogen dapat masuk ke dalam tubuh dan bereplikasi. Respon imun mengenalinya sebagai benda asing yang masuk ke dalam tubuh dan harus dihilangkan. Makrofag dan sel dendritik mengenali patogen ini kemudian membawanya ke sistem limfatik bertemu dengan sel-sel limfosit dan mengaktifkannya. Aktivasi sel limfosit ini kemudian akan menghasilkan perbanyakan sel limfosit dan antibodi spesifik terhadap patogen. Sel limfosit dan antibodi kemudian melawan patogen bahkan pada daerah infeksi pertama kali. Cara inilah yang dilakukan oleh sistem imun melawan patogen.

6. Garis besar topik pembelajaran

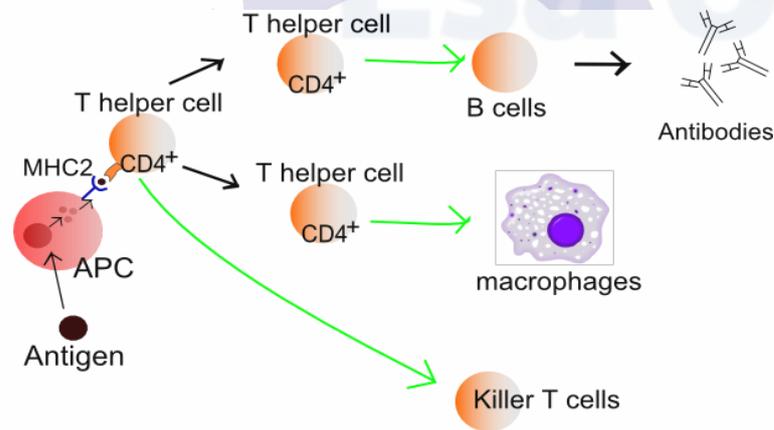
Pada perkuliahan ini kita akan mempelajari beberapa topik pembelajaran seperti yang telah dijelaskan pada awal modul ini. Hari ini kita belajar pendahuluan mengenai apa itu sistem imun dan bagaimana responnya secara garis besar. Pada pertemuan berikutnya kita akan belajar mengenai **respon imun innate/non-adaptif/non-spesifik**. Untuk selanjutnya kita sebut sebagai respon imun *innate*. Pada topik ini kita akan belajar mengenai apa yang dimaksud dengan respon imun *innate*? Terdiri dari apa sajakah respon imun *innate* itu? Serta bagaimana respon imun *innate* itu bekerja?



Gambar 8. Komponen respon imun innate dan jangka waktu kerjanya. (sumber: pinterest)

Setelah mempelajari topik ini, diharapkan kalian dapat mengetahui komponen-komponen respon imun *innate* yang melawan patogen. Setelah itu kalian dapat menjelaskan bagaimana respon imun *innate* ini bekerja. Respon imun ini juga memiliki karakteristik yang perlu kalian tahu sehingga dapat membedakannya dengan respon imun spesifik. Hal ini dapat menjadi pengetahuan dasar untuk memahami sistem imun secara keseluruhan.

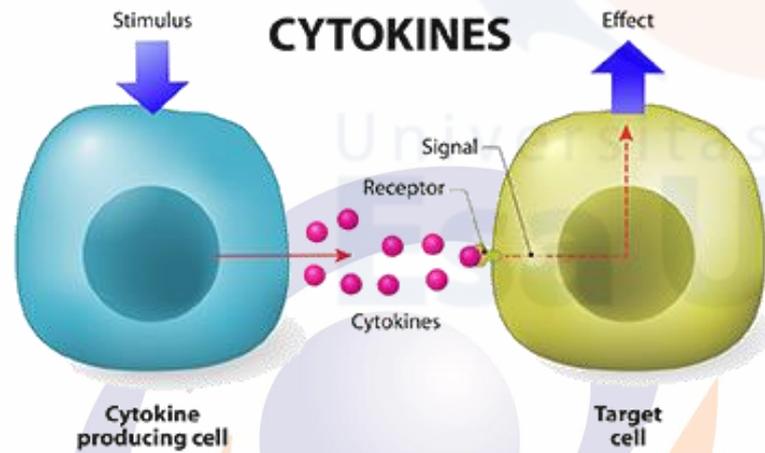
Topik selanjutnya yang kita pelajari pada pertemuan ke-3 adalah mengenai **respon imun adaptif/spesifik**. Pada topik ini kalian akan mempelajari apa itu respon imun adaptif, apa saja komponen respon imun adaptif dan bagaimana mekanisme kerja respon imun adaptif ini melawan patogen.



Gambar 9. Mekanisme kerja respon imun adaptif. (sumber: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2013/04/Activation_of_T-cells_in_the_immune_system).

Hampir mirip dengan pertemuan sebelumnya, topik pertemuan ke-3 ini bertujuan agar kalian dapat memahami satu lagi komponen sistem imun yang dinamakan respon imun adaptif/spesifik. Untuk selanjutnya kita sebut dengan **respon imun spesifik** karena lebih menggambarkan cara kerja respon imun yang satu ini. Setelah dapat memahami, kalian juga dapat menjelaskan kembali apa saja komponen penyusun respon imun spesifik ini, apa perbedaannya dengan respon imun *innate*, bagaimana hubungan antara respon imun *innate* dan spesifik. Sehingga kalian mengetahui secara komprehensif mekanisme respon imun yang terjadi di dalam tubuh.

Pemahaman ini kita lengkapi dengan salah satu komponen respon imun yang juga sangat penting, yaitu **sitokin** yang akan dibahas di pertemuan ke-4 dan 5. Pada topik pembelajaran ini kita akan membahas apa itu sitokin, macam-macam sitokin dan bagaimana perannya dalam respon imun.

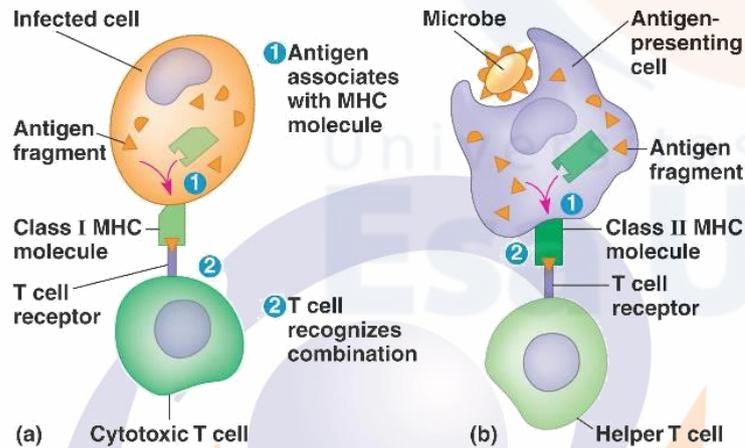


Gambar 10. Mekanisme kerja sitokin. (sumber: Ahmad and Dogar, 2016).

Kalian mungkin pernah mempelajari apa itu sitokin pada mata kuliah biologi atau biologi sel. Nah, pada kuliah kita kali ini lebih menekankan peran dari sitokin ini di dalam respon imun terhadap adanya infeksi patogen. Sehingga kalian dapat menjelaskan kembali mengapa diperlukan juga sitokin untuk menghasilkan respon imun yang adekuat, mampu melawan patogen dan dapat mencegah terjadinya penyakit. Apa yang mungkin dapat terjadi jika produksi sitokin terganggu? Inilah yang nanti akan kita bahas bersama.

Mungkin kalian bertanya, lalu jika respon imun dapat melawan patogen, bagaimana caranya respon imun ini dapat membedakan mana yang patogen dan mana yang tidak? Jawaban dari pertanyaan ini akan kita pelajari pada pertemuan ke-6 mengenai **mekanisme pengenalan patogen oleh respon imun**. Pada topik ini, kalian bisa mengetahui bahwa terdapat mekanisme khusus yang digunakan oleh respon imun untuk mengenali mana patogen dan mana yang bukan patogen. Hal ini penting karena jika respon imun gagal mengenali patogen maka bisa jadi respon imun dapat menyerang protein-protein tubuh yang bukan patogen sehingga dapat

menyebabkan suatu penyakit autoimun. Hal-hal yang dipelajari pada pertemuan ini adalah apa itu *Major Histocompatibility Complex* (MHC) dan bagaimana respon imun mengenali patogen melalui MHC ini. Pada akhir pertemuan, diharapkan kalian menjadi paham mengenai mekanisme respon imun mengenali patogen dan dapat menjelaskan mekanisme ini kembali.



Gambar 11. Mekanisme pengenalan patogen melalui molekul MHC (*Major Histocompatibility Complex*) pada (a) Sel limfosit T sitotoksik dan (b) sel limfosit *helper*. (sumber: Pearson Education, Inc).

Penjelasan toik-topik di atas memberikan gambaran mengenai bagaimana respon imun bekerja. Namun demikian, ternyata terdapat kelainan yang diderita oleh sebagian orang yang berhubungan dengan respon imun. Hal ini akan kita pelajari lebih lanjut pada topik mengenai **alergi dan hipersensitivitas**. Mungkin sebagian besar dari kita sering mendengar istilah alergi. Namun, bagaimana mekanisme alergi dapat terjadi dalam tubuh kita? Hal ini akan kita pelajari lebih lanjut di topik ini.

Istilah jipersensitivitas merupakan suatu istilah yang tidak begitu familiar di telinga kita. Lalu apa sebenarnya hipersensitivitas itu? Bagaimana hubungannya dengan respon imun di dalam tubuh kita? Kita akan kupas tuntas di pertemuan yang membahas topik ini. Ternyata terdapat beberapa macam hipersensitivitas yang bisa terjadi pada manusia, kita akan membahasnya satu persatu. Untuk lebih dapat memahami hal ini kita juga akan berlatih dengan beberapa studi kasus yang terjadi di sekitar kita.

I = Allergic Anaphylaxis and Atopy

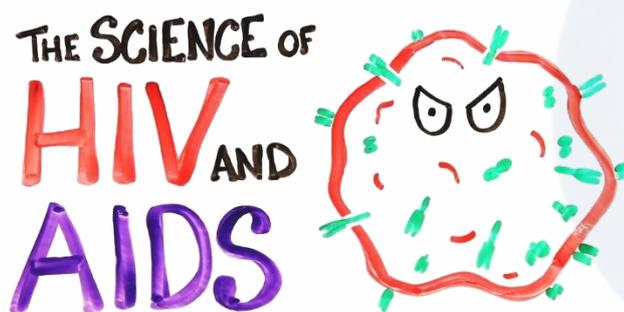
II = antiBody

III = immune Complex

IV = Delayed

Gambar 12. Macam-macam hipersensitivitas. (sumber: pinterest).

Selain hipersensitivitas, terdapat juga penyakit yang berhubungan dengan respon imun, yaitu **defisiensi respon imun**. Topik yang berkaitan dengan penyakit ini akan kita pelajari lebih lanjut pada pertemuan selanjutnya. Pada pertemuan ini kita akan membahas mengenai apa itu penyakit defisiensi respon imun? Apa penyebabnya dan bagaimana cara pengobatannya? Topik kali ini akan memberikan gambaran kepada kalian bahwa terdapat penyakit yang justru menyerang sistem imun kita, yang menjadi garda depan perlindungan tubuh terhadap penyakit. Mungkin dari kalian pernah mendengar penyakit AIDS yang disebabkan oleh HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) yang merupakan salah satu penyakit defisiensi respon imun. Ternyata bukan hanya penyakit ini yang merupakan bagian defisiensi respon imun. Masih ada beberapa penyakit lain yang dapat memperlemah respon imun kita terhadap serangan patogen. Setelah mempelajari topik pembelajaran kali ini diharapkan kalian akan lebih paham mengenai jenis-jenis penyakit defisiensi respon imun dan mekanisme yang menyebabkannya. Selain itu kalian dapat menjelaskan kembali mengenai penyakit defisiensi respon imun ini.



Gambar 13. AIDS merupakan salah satu penyakit defisiensi respon imun, (sumber: Youtube).

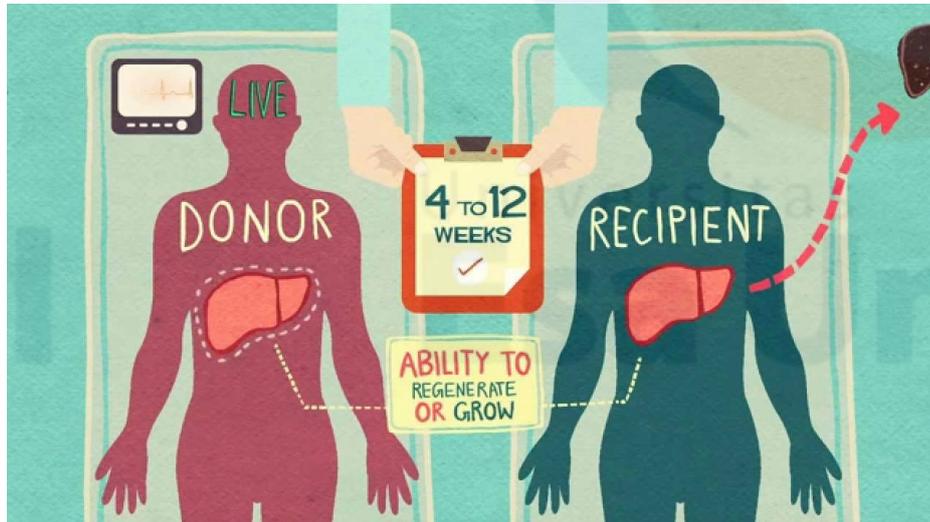
Nah, kita sudah mengetahui bagaimana cara respon imun melindungi tubuh kita. Mungkin kita akan bertanya kembali, jika demikian mengapa ada beberapa orang yang masih terkena penyakit yang diakibatkan oleh patogen? Bagaimana respon imunnya? Ternyata patogen juga dapat menghindari respon imun melalui beberapa mekanisme. Sehingga patogen ini bisa tetap menimbulkan penyakit. Pada topik pembelajaran mengenai cara **patogen menghindari respon imun** kita akan belajar bagaimana mekanisme yang terjadi. Lalu apa dampak atau efek yang terjadi. Sehingga diharapkan setelah kalian mempelajari hal ini kalian dapat lebih memahami lagi mengapa suatu penyakit itu bisa timbul pada beberapa orang. Bahkan terkadang penyakit tersebut bisa menimbulkan wabah.



Gambar 14. Wabah (pandemi) merupakan penyakit yang menyerang masyarakat di seluruh dunia. (sumber: <https://www.aa.com.tr/en/latest-on-coronavirus-outbreak/what-awaits-world-after-pandemic/1802791>).

Pertemuan selanjutnya kita akan belajar mengenai bagaimana **respon imun yang terjadi pada tumor dan transplantasi**. Jika pertemuan-pertemuan sebelumnya kita banyak membahas mengenai respon imun terhadap patogen yang bisa berupa bakteri, virus, fungi dan parasit, maka bagaimana dengan penyakit yang bukan disebabkan oleh patogen, seperti tumor? Atau apakah respon imun juga bekerja ketika seseorang mengalami transplantasi? Hal-hal inilah yang akan kita pelajari di pertemuan ini. Selain itu untuk dapat lebih memahami mengenai proses

transplantasi kita akan juga membahas mengenai macam-macam transplantasi yang pernah dilakukan. Diharapkan dari pembelajaran ini kalian dapat menjelaskan mengenai mekanisme respon imun yang terjadi pada tumor dan proses transplantasi.



Gambar 15. Ilustrasi proses transplantasi dari donor ke resipien (penerima donor).
(sumber: <https://liversurgeon.in/awareness-about-liver-transplant/>)

Demikianlah pendahuluan atau pengantar kuliah imunologi. Semoga dengan pengantar ini kalian lebih semangat lagi untuk mengikuti pembelajaran imunologi dan dapat memahami apa yang disampaikan dengan baik.

C. Latihan

- Apakah imunologi itu?
- Apakah respon imun itu?
- Apa saja komponen respon imun?

D. Kunci Jawaban

- Ilmu yang mempelajari mengenai respon kekebalan tubuh.

- b. Merupakan suatu respon perlindungan tubuh terhadap penyakit atau patogen.
- c. Respon imun innate dan spesifik.

E. Daftar Pustaka

1. Murphy, K. 2012. *Janeway's Immunobiology*. 8th Ed. Garland Science. London
2. Abbas, A.K, Andrew H.L, Shiv P. 2012. *Cellular and Molecular Immunobiology*. 6th Ed. Saunders Elsevier. Philadelphia.
3. Ahmad, L and M.Z.H Dogar. 2016. *Insecticidal Exposure may be The Cause of Progression of Immune Disorders and Inflammatory through Dysregulation of Cytokine*. International Archive of Biomedical and Clinical Research. 2(6): 18-27.

Universitas
Esa Unggul