

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. Tinjauan Belajar dan Pembelajaran

Istilah belajar dan pembelajaran sudah umum terdengar oleh kita, diantara kedua istilah tersebut saling keterkaitan. Belajar dan pembelajaran dilakukan secara bersama-sama. Belajar dapat dilakukan tanpa adanya guru sedangkan pembelajaran perlu adanya guru sedangkan pembelajaran perlu adanya interaksi diantaranya. Namun pada prosesnya perlu adanya peserta didik yang belajar. Oleh sebab itu, belajar dan pembelajaran tidak dapat terpisahkan satu sama lain.

Menurut Hamalik (2015) “belajar adalah modifikasi atau memperteguh kelakuan melalui pengalaman”. Menurut Gagne (dalam Dahar, 2006) pengalaman adalah sebab akibat dari adanya proses perubahan tingkah laku. Menurut Witherington dalam bukunya *Education Psychology* mendefinisikan bahwa “belajar adalah suatu perubahan didalam kepribadian yang menyatakan diri sebagai pola baru dari pada reaksi yang berupa kecakapan sikap, kebiasaan, kepandaian, atau suatu pengertian”. Berdasarkan definisi yang dipaparkan beberapa ahli diatas, kesimpulan dari belajar adalah suatu reaksi perubahan tingkah laku atau sikap, kebiasaan dan kecerdasan dalam memperoleh suatu hal yang baru berdasarkan pengalaman yang terjadi akibat adanya perubahan lingkungannya. pada setiap individu.

Menurut Davis (dalam Suardi, 2015) “*Learning system* menyangkut pengorganisasian dari perpaduan antara manusia, pengalaman belajar, fasilitas, pemeliharaan atau pengontrolan, dan prosedur yang mengatur interaksi perilaku pembelajaran untuk mencapai tujuan sedangkan dalam *system teaching system*, komponen perencanaan mengajar, bahan ajar, tujuan, materi dan metode, serta penilaian dan langkah mengajar akan berhubungan dengan aktivitas belajar untuk mencapai tujuan”.

“Menurut Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional” menyatakan bahwa “Pembelajaran merupakan

proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar yang berlangsung pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran dipandang secara nasional sebagai suatu proses interaksi yang melibatkan peserta didik, guru, dan sumber belajar yang ada di lingkungan belajar”. Dapat diartikan bahwa proses pembelajaran adalah satu kesatuan unsur dimana satu dengan yang lainnya memiliki keterikatan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Hanafy, 2014). Secara psikolog hasil hubungan atau interaksi individu di dalam lingkungannya akan menghasilkan perubahan (Suyono & Hariyanto, 2011).

2. Berpikir Kritis

Berpikir kritis adalah salah satu pengembangan kemampuan pada ranah kognitif peserta didik, sikap mau berpikir secara cermat, logi, serta teliti pada suatu permasalahan yang sedang dijelaskan pada pembelajaran (Sulistiyawati & Andriani, 2017). Pengembangan kemampuan ini akan membentuk sumber daya manusia yang cerdas dan kritis dalam menyelesaikan suatu permasalahan. (Nurfatmawati & MartyanaPrihaswati, 2019).

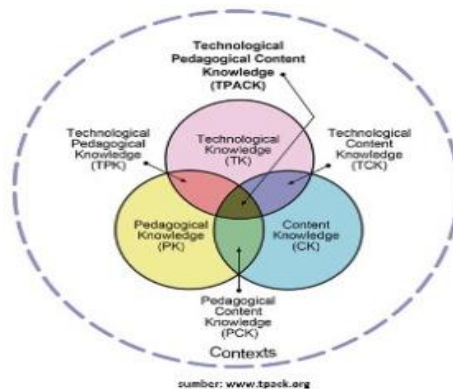
Manfaat berpikir kritis untuk mendukung memanage kemampuan dalam proses belajar peserta didik (Sulistiani & Masrukan, 2016). Alat ukur yang diperlukan adalah berupa indikator kemampuan berpikir kritis yang dikemukakan oleh Ennis 1985 (dalam Anggraeni, 2017) meliputi: memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan, membuat kesimpulan, membuat penjelasan lebih lanjut serta mengatur strategi dan taktik.

Permasalahan di era globalisasi juga semakin kompleks, sehingga dengan berpikir kritis akan menuntun individu dalam mengambil keputusan maupun menyelesaikan masalah yang paling tepat. Frekuensi pengembangan kemampuan setiap individu tidak sama. Latihan yang dimaksud adalah seperti sering bertanya, mengajukan asumsi, mengidentifikasi informasi, membuat inferensi, mengidentifikasi dampak, dan sebagainya (Santi dkk., 2018)

3. Kerangka Kerja *TPACK*

Pada era globalisasi guru diminta agar menerapkan ilmu pengetahuan berbasis teknologi dalam proses belajar mengajar. Teknologi dalam pembelajaran yaitu bertujuan agar untuk mempermudah pemahaman peserta materi yang bersifat abstrak. Model, metode, pendekatan serta multimedia interaktif merupakan komponen yang dibutuhkan untuk menarik minat belajar.

TPACK memiliki 3 pengetahuan yang harus dikuasai guru pada pembelajaran modern dewasa ini, yaitu “*Content Knowledge*/pengetahuan konten”, “*Pedagogical Knowledge*/pengetahuan pedagogi”, serta pengetahuan teknologi “*Technological Knowledge*”. Dari keseluruhan komponen di atas menghasilkan pengetahuan yang baru, yaitu “*Pedagogical Content Knowledge*/Pengetahuan Konten Pedagogis”, “*Technological Content Knowledge*/Pengetahuan Teknologi Konten”, “*Technological Pedagogical Knowledge*/Pengetahuan Teknologi Pengetahuan”, dan “*Technological Pedagogical and Content Knowledge/TPACK*”. Interaksi dari komponen-komponen tersebut dalam konteks pembelajaran menghasilkan sebuah kerangka kerja *TPACK*.(Baya’a & Daher, 2015).



Gambar 2.1 Kerangka Kerja *TPACK*

Sumber:(Baya’a & Daher, 2015)

a. Pengetahuan Konten (*content knowledge*)

Pengetahuan Konten adalah pengetahuan yang guru harus miliki dalam proses pembelajaran abad 21 ini, isi dari pengetahuan ini antara lain pengembangan materi.

b. Pengetahuan Pedagogi (*Pedagogical Knowledge*)

Pengetahuan Pedagogi merupakan cara dalam mengajar yang harus ditanamkan pada seorang guru. Dengan tujuan agar ketrampilan pemahaman peserta didik meningkat serta membangun kemajuan belajar peserta didik melalui kompetensi pedagogis yang dimilikinya.

c. Pengetahuan Teknologi (*Technological Knowledge*)

Technological Knowledge adalah Pengetahuan Teknologi yang sudah seharusnya dimiliki oleh seorang guru pada pembelajaran abad 21 ini, yang bertujuan untuk memanfaatkan TIK yang semakin berkembang sangat cepat. Maka konteks ini pengajar diharuskan memahami dan menguasai pengetahuan teknologi agar bias dipraktikkan dalam proses belajar mengajar. Pengetahuan TIK ini dalam pembelajaran sangat diperlu diterapkan untuk mengetahui peningkatan kualitas pembelajaran.

d. Pengetahuan Konten Pedagogi (*Pedagogical Content Knowledge*)

Menurut Jen dkk (2016) *Pedagogical Content Knowledge* merupakan ide yang menyangkut tentang kombinasi konsep materi yang akan diajarkan, konsep ini membentuk agar seorang guru menerapkan pembelajaran terhadap konten tertentu. Gabungan konsep ini melahirkan ide-ide pokok untuk mempresentasikan proses belajar mengajar menarik tetapi tidak keluar melewati ranah kurikulum, pembelajaran, pengajaran, serta penilaian.

e. Pengetahuan Konten dan Teknologi (*Technological Content Knowledge*)

Merupakan penggabungan antara dua unsur, yaitu konten dan teknologi yang akhirnya akan menciptakan sebuah sistem yang saling keterkaitan tetapi tetap dalam batasan. Pada kondisi seperti sekarang ini, guru dituntut untuk memahami serta menguasai materi lebih dari satu serta guru pun harus menguasai teknologi untuk dipraktikkan kepada peserta didik.

f. Pengetahuan Teknologi Pedagogi (*Technologi Pedagogical Knowledge*)

Technologi Pedagogical Knowledge adalah suatu teknologi yang diterapkan dalam sebuah pembelajaran. Supaya tercapainya penerapan TPK pada sebuah pembelajaran, dibutuhkan pemahaman khusus tentang aksesibilitas teknologi. Oleh karenanya TPK membutuhkan penggunaan teknologi yang kreatif dan berinovasi serta selalu menerima kritik saran sehingga mempermudah peserta didik untuk memahaminya.

g. Pengetahuan Teknologi Pedagogi dan Konten (*Technologi Pedagogi and Content Knowledge*)

Yaitu suatu elemen yang saling keterkaitan antara CK, PK dan TK yang ketiganya melandasi pembelajaran dengan memanfaatkan bantuan teknologi. *TPACK* merupakan suatu pembelajaran yang efisien atas cara penggunaan teknologi. Pengetahuan ini digunakan sebagai referensi bahan ajar sistem imun mentransformasikan ke dalam Multimedia interaktif, dengan menggunakan suatu teknologi informasi dengan memanfaatkan penggunaan *Learning Management System (LMS)*.

4. Metode Blended Learning

Perpaduan antara pembelajaran online secara *asynchronous* dan *synchronous* dengan menggunakan *blended learning* (Usman, 2019). Dilihat dari situasi penelitian ini, *blended learning* dipakai sebagai model dari penerapan salah satu unsur *TPACK*. Menurut Garrison & Vaughan (2008) konsep dasar dari metode *blended learning* yaitu dengan memaksimalkan penggunaan komunikasi secara *synchronous* pada saat pembelajaran di *google meet*, serta penggunaan komunikasi *asynchronous* pada saat proses pembelajaran online. Sifat dari metode ini adalah fleksibel, alasannya karena di dalamnya ada penerapan penggunaan *E-learning* pada saat pembelajaran *asynchronous* (Syarif, 2013).

Prosedur pembelajaran pada metode ini ada dua, yaitu yang pertama proses pembelajaran dimulai secara daring (online) dengan alur pengerjaan soal *pretest* kemudian lanjut dengan mempelajari materi pada *website* yang telah disediakan. Kedua, proses belajar berlangsung secara *synchronous* berbentuk evaluasi mengenai materi yang sudah mereka pelajari pada saat pembelajaran online. Meningkatkan kualitas pembelajaran, peserta didik dapat secara mandiri mempelajari sekaligus mengakses materi pembelajaran secara online, terjadinya interaksi antara guru dengan peserta didik, terjadinya interaksi yang dapat dikontrol oleh guru dan dapat meningkatkan kualitas proses belajar itu semua adalah kelebihan metode *blended learning* (Noviansyah, 2015). Adapun kekurangannya itu mirip dengan kekurangan

metode *e-learning* yaitu salah satunya peserta didik akan bingung selama mengikuti proses pembelajaran pada saat didalam kelas (Ali, 2015). Aplikasi berbasis web atau disebut *Learning Management System*, dapat mendukung kegiatan pembelajaran *asynchronous* yang dihubungkan dengan metode pembelajaran *Blended Learning*.

5. Multimedia Interaktif (MMI)

Suatu alat pembelajaran yang dibuat secara sistematis serta menarik disebut Multimedia Interaktif. “Tujuan penyusunan multimedia interaktif sebagai bahan ajar yaitu memperjelas dan mempermudah penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbal; mengatasi keterbatasan waktu, ruang, dan daya indera; meningkatkan motivasi belajar peserta didik; serta mengembangkan kemampuan peserta didik dalam berinteraksi langsung dengan lingkungan dan sumber belajar lain, terutama bahan ajar yang berbasis TI” (Hartati & Safitri, 2017).

Contoh bahan ajar berbasis *TPACK* bentuk manifestasinya berupa ilustrasi gambar animasi, video serta audio narrator yang berfungsi sebagai penuntun proses belajar. Materi yang tergolong abstrak dapat dibantu dengan menggunakan multimedia yang bertujuan untuk membantu melihatkan secara nyata materi yang bersifat abstrak (Tien & Osman, 2012). Jenis MMI yang ada dalam penelitian ini yaitu <http://sisteminformasiimun.000webhostapp.com/web-test/>, kelebihan web ini yaitu peserta didik dapat mengatur kapan mereka ingin mengakses halaman yang akan dipelajari atau dengan kata lain peserta didik dapat mengatur sendiri pembelajarannya bahkan bisa melakukan aktivitas terkait pembelajaran secara kreatif.

6. Learning Management Sistem (LMS)

Aplikasi yang dibutuhkan pada proses pembelajaran online maupun offline disebut *Learning Managemen System* (LMS). Sistem pembelajaran pada aplikasi ini dibuat secara dinamis, yang di dalamnya terdapat rangkuman materi yang berbasis multimedia diberikan untuk meningkatkan pengembangan kompetensi pembelajar (Munir, 2008). *Learning Management System* “memiliki menu untuk pendaftaran, mencatat perkembangan pengetahuan peserta didik, mencatat hasil ujian pretest dan

posttest, memperlihatkan penyelesaian pembelajaran dan pengajar dimungkinkan dapat menilai hasil kinerja peserta didik” (Cavus & Zabadi, 2014). Aplikasi berbasis web atau disebut *Learning Management System*, dapat mendukung kegiatan pembelajaran *asynchronous* yang dihubungkan dengan metode pembelajaran *Blended Learning* (Nurdiani et al., 2019).

Google Classroom merupakan salah satu contoh aplikasi LMS yang banyak digunakan, karena dirasakan mudah untuk diaplikasikan pada proses pembelajaran daring dan menyediakan fitur forum diskusi guru dan peserta didik di masa wabah *Covid-19*, aplikasi ini diterbitkan secara resmi pada bulan agustus 2014 (Suhada et al., 2020). Beberapa fitur yang dimiliki aplikasi *Google Classroom* yang dapat diterapkan pada proses pembelajaran diantaranya pada laman pertama dapat menyajikan tugas-tugas peserta didik, pengelolaan kelas. Guru juga dapat menggunakan fitur dalam mengembangkan materi pembelajaran yang akan dibagikan kepada peserta didik, yaitu *reuse post*, *creat question*, *creat assignment*, dan *creat topic* (Suhada et al., 2020).

Penggunaan *Google Classroom* pada proses pembelajaran daring akan menjadi efektif, karena bisa setiap saat guru dan peserta didik berinteraksi via kelas online. Peserta didik dapat secara online mengirimkan tugas dan belajar (Soni et al., 2018). Adapun kelebihan *Google Classroom* adalah menghemat waktu, sangat mudah digunakan atau diaplikasikan, fleksibel, gratis dan berbasis *cloud*. Sedangkan kelemahan aplikasi ini yaitu tidak adanya layanan eksternal, contohnya tidak tersedia bank soal otomatis (Wicaksono & Rachmadyanti, 2016).

Aplikasi *Google Classroom* dikolaborasikan dengan aplikasi lain yang salah satunya pada penelitian ini menggunakan aplikasi *Google Meet* untuk menunjang proses pembelajaran. Dengan kondisi pandemi yang terjadi, aplikasi ini sangat cocok untuk berlangsungnya proses pembelajaran *asynchronous* antara guru dan peserta didik. Pada saat ini dengan kasus merebaknya *covid-19*, aplikasi *Google Meet* banyak digunakan oleh guru demi kelancaran proses pembelajaran jarak jauh pengganti tatap muka di kelas. Layanan ini sangat membantu guru ataupun peserta didik sehingga dapat belajar dari rumah secara *Daring*, didukung dengan kualitas video yang di atas rata-rata dan aplikasi ini dapat diunduh secara gratis (Nurul Ikhwan, 2020).

7. Materi Sistem Imun

A. Pengertian Sistem Kekebalan Tubuh

Adalah sistem perlindungan dari pengaruh luar biologis yang dilakukan oleh sel dan organ khusus pada suatu organisme sehingga tidak mudah terkena penyakit. (Rizkia, 2019).

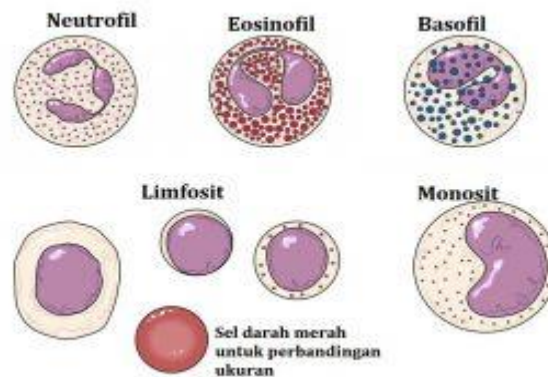
B. Komponen-Komponen Sistem Kekebalan Tubuh

1) Makrofag

Suatu sel yang mempunyai peran dalam proses fagositosis terhadap sel-sel asing dengan cara mengelilingi, memakan kemudian menghancurkan sel asing tersebut (Agustina, 2015).

2) Limfosit

Limfosit merupakan sel darah putih yang khusus berfungsi untuk mengidentifikasi dan menghancurkan antigen penyerbu (Agustina, 2015).



Gambar 2.2 Jenis-jenis Sel Darah Putih

Sumber : (Hisham, 2019)

Limfosit terdiri atas dua tipe, yaitu:

1) Sel B

Mempunyai peran dalam pembentukan kekebalan humoral dengan membentuk antibody (Campbell et al., 2010). Sel ini mempunyai 3 jenis berikut:

1. Sel B pembelah (Memori)
2. Sel B plasma (Antibodi)
3. Sel B penguat (memori dan stimulus)

2) Sel T

Berperan dalam pembentukan kekebalan seluler yaitu dengan cara menyerang sel penghasil antigen secara langsung, juga ikut membantu produksi antibodi oleh sel B plasma (Campbell et al., 2010). Sel T dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu Sel T Sitotoksik, Sel T Helper dan Sel T Supresor.

3) Reseptor Antigen

Reseptor antigen memiliki struktur yang spesifik untuk berkaitan dengan yang sesuai dengan struktur antigen seperti kunci dan gemboknya. Limfosit dapat membuat berjuta-juta macam reseptor antigen (Agustina, 2015).

4) Sel-sel Pengantar Antigen

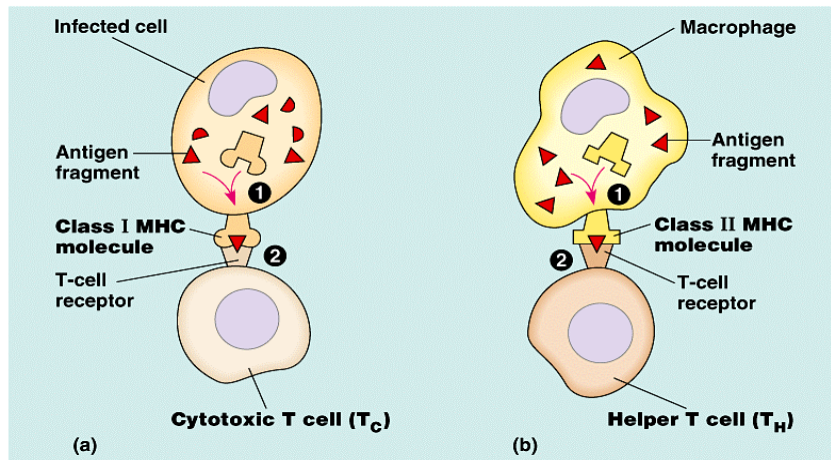
Saat antigen memasuki sel tubuh, maka molekul-molekul pengangkut tertentu yang ada dalam sel akan membawa antigen tersebut ke permukaan sel menuju sel-sel limfosit T. Molekul-molekul pengangkut ini disebut *Major Histocompatibility Complex* (MHC).

a. Protein MHC kelas I

Ditemukan pada semua permukaan sel berinti. Protein ini bertugas mempresentasikan antigen peptida ke sel T sitotoksik (Tc) yang secara langsung akan menghancurkan sel yang mengandung antigen asing tersebut.

b. Protein MHC kelas II

Terdapat pada permukaan sel B, makrofag, sel dendritik, dan beberapa sel penampil antigen (*Antigen Presenting Cell* atau APC) khusus yang akan menstimulasi reaksi inflamatori atau respon antibodi.

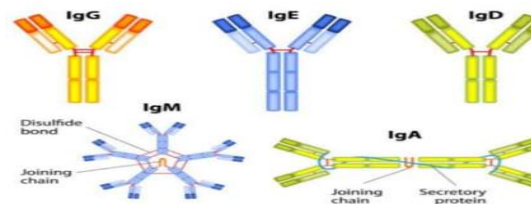


Gambar 2.3 MHC kelas I dan MHC kelas II

Sumber: (Campbell et al., 2010)

5) Antibodi

Berperan untuk melindungi tubuh lewat proses kekebalan (immune). Antibodi terdapat di dalam darah dan cairan tubuh yang dibentuk sebagai respons sistem kekebalan terhadap antigen asing. (Campbell et al., 2010).



Gambar 2.4 Macam-macam Immunoglobulin

Sumber: (DosenPendidikan, 2019)

a) Immunoglobulin G (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 (Nurhayati dkk., 2014).

b) Immunoglobulin A (IgA)

Ditemukan pada bagian-bagian tubuh yang dilapisi oleh selaput lender serta di dalam darah dan cairan tubuh lainnya. 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 (Nurhayati dkk, 2014).

c) Immunoglobulin M (IgM)

Terdapat pada darah, getah bening, dan pada permukaan sel-sel B. Janin dalam rahim mampu memproduksi IgM pada umur kehamilan enam bulan. Jika janin terinfeksi kuman penyakit, produksi IgM janin akan meningkat. Untuk mengetahui apakah janin telah terinfeksi atau tidak, dapat diketahui dari kadar IgM dalam darah (Nurhayati et al., 2014).

d) Immunoglobulin D (IgD)

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 (Nurhayati et al., 2014).

e) Immunoglobulin E (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. (Nurhayati et al., 2014).

C. Mekanisme Sistem Kekebalan Tubuh

1. Pertahanan Tubuh Non Spesifik

Umumnya disebut *innate immunity*, artinya bahwa respon terhadap zat asing yang masuk ke dalam tubuh dapat terjadi walaupun tubuh belum pernah terpapar pada

zat tersebut. Komponen-komponen utama respon imun nonspesifik adalah pertahanan fisik, kimiawi, humoral dan selular (Nurhayati dkk, 2014).

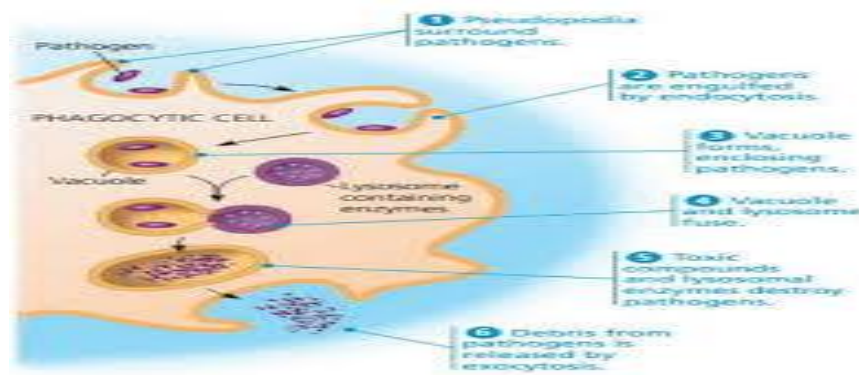
a. Pertahanan Tubuh Non Spesifik Eksternal

Pertahanan pertama dan paling luar tubuh yang akan dihadapi oleh patogen adalah kulit, yang fungsinya dapat kita lihat lewat lapisan sel kulit mati (Campbell et al., 2010).

b. Pertahanan Tubuh Non Spesifik Internal

Pertahanan ke dua yang akan dihadapi oleh pathogen yaitu diperankan oleh sel natural killer (NK), respon peradangan dan juga senyawa anti mikroba serta yang paling utama adalah fagositosis (Campbell et al., 2010).

1) Fagositosis



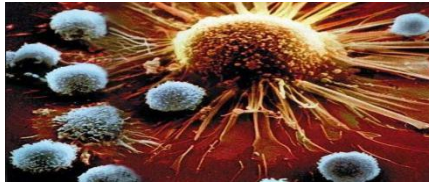
Gambar 2.5 Peristiwa Fagositosis

Sumber: (Campbell et al., 2010)

Peristiwa-peristiwa didalam penelanan dan penghancuran mikroba oleh sel-sel fagositik (Campbell et al., 2010) yaitu:

- a. Pseudopodia dari sel fagositik mengelilingi mikroba-mikroba
- b. Mikroba-mikroba kemudian ditelan didalam sel
- c. Akibatnya terbentuk vakuola-vakuola yang berisi mikroba
- d. Vakuola dan lisosom berdifusi
- e. Senyawa-senyawa raun dan enzim lisosom menghancurkan mikroba-mikroba
- f. Sisa-sisa mikroba kemudian dilepaskan melalui eksositosis

2) Sel Natural Killer (NK)



Gambar2.6 Sel Natural Killer (NK)

Sumber: (N, 2015)

Mekanisme kerja sel NK adalah sebagai berikut:

- a. Sel NK bekerja berkeliling mengikuti saluran limfosit menuju seluruh bagian tubuh
- b. Sel NK akan membaca dan mengidentifikasi sinyal mengenai sel-sel asing yang dijumpainya
- c. Sel NK akan mendekati sel asing dan membaca nukleus dari sel asing tersebut
- d. Jika DNA sel asing berbeda dengan DNA dari sel tubuh manusia maka sel NK akan membentuk koloni untuk menyerang membran dari sel asing tersebut
- e. Serangan dikhususkan pada nukleus sel asing hingga selnya meledak dan hancur

3) Respon Peradangan Inflamasi

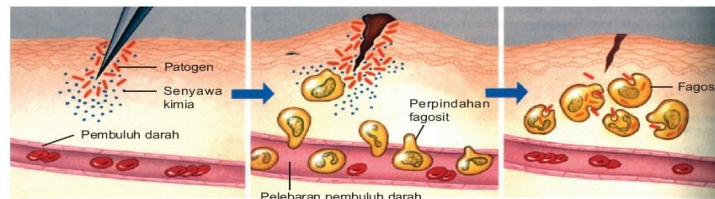
Merupakan respon tubuh terhadap kerusakan jaringan, misal akibat tergores atau benturan keras. Pada proses ini dipengaruhi oleh histamin yang mempunyai fungsi untuk meningkatkan konsentrasi otot dan permeabilitas dinding pembuluh darah kapiler di sekitar areal yang terinfeksi dan prostaglandin.. Neutrofil merupakan fagosit pertama yang menyelubungi luka selanjutnya monosit berperan dengan berkembang menjadi makrofag yang akan membersihkan sel-sel jaringan yang rusak (Campbell et al., 2010).

Berikut ini merupakan mekanisme respon peradangan yang terjadi ketika tubuh mengalami luka (Campbell et al., 2010), yaitu :

- a. Makrofag yang teraktivasi dan sel-sel tiang di tempat luka melepaskan molekul-molekul persinyalan yang bekerja pada kapiler-kapiler di dekatnya.
- b. Kapiler-kapiler melebar dan menjadi lebih permeable, memungkinkan cairan yang mengandung peptide-peptide anti mikroba merasuki jaringan. Molekul-molekul

persinyalan yang dilepaskan oleh sel-sel kekebalan menarik sel-sel fagositik tambahan.

- c. Sel-sel fagositik mencerna pathogen-patogen dan sisa-sisa sel dotempat tersebut, dan jaringanpun akan sembuh.

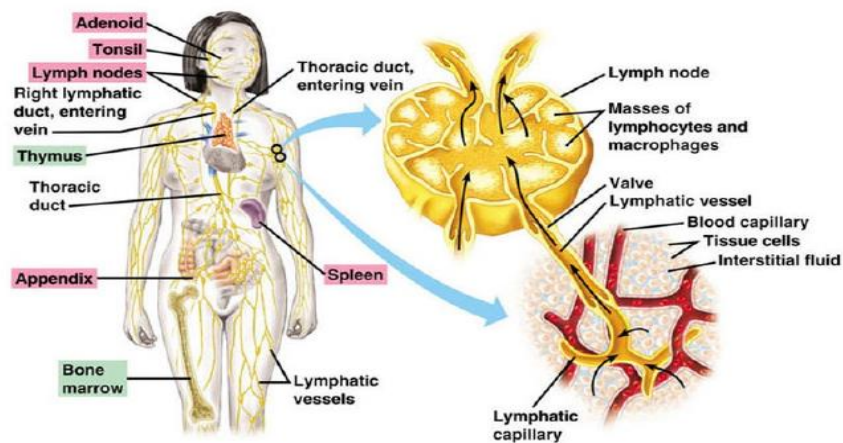


Sumber: Biology, Campbell

Gambar 2.7 Mekanisme pertahanan tubuh dengan respon inflamatori

Sumber: (Campbell et al., 2010)

4) Protein Antimikroba



Gambar 2.8 Sistem Limfatik Manusia

Sumber: (Campbell et al., 2010)

Mekanisme kerja sistem limfatik dalam membentuk pertahanan tubuh pada manusia (Campbell et al., 2010) adalah:

- Cairan interestisial yang merendam jaringan
- Cairan limfe mengalir ke seluruh tubuh

- c. Didalam nodus limfe terdapat makrofag yang akan melakukan pertahanan terhadap pathogen
- d. Pembuluh limfatik mengembalikan limfe ke darah melalui dua saluran besar yang mengalir ke dalam vena didekat bahu.

2. Pertahanan Tubuh Spesifik

Sistem ini bekerja apabila pathogen telah berhasil melewati sistem pertahanan tubuh nonspesifik. Pertahanan tubuh secara spesifik dilakukan oleh antibodi yang dibentuk oleh limfosit karena adanya antigen yang masuk ke tubuh (Agustina, 2015).

a) Kekebalan Humoral

Serangkaian respon terhadap pathogen ini disebut dengan respon kekebalan primer antara lain:

1. Netralisasi yaitu antibodi yang akan menetralkan racun dari mikroorganisme sehingga akan mudah difagositosis oleh makrofag.
2. Aglutinasi (penggumpalan) yaitu proses penggumpalan bakteri atau virus yang diperantarai oleh antibodi yang akan bekerja menetralkan mikroorganisme tersebut, sehingga memudahkan fagositosis makrofag.
3. Presipitasi (pengendapan) yaitu proses dimana molekul-molekul antigen yang terlarut dalam cairan tubuh akan diendapkan oleh antibody, dan akan memudahkan proses pengeluaran dan pembuangan antigen oleh fagositosis.
4. Fiksasi komplemen (aktivasi) yaitu mengaktifkan komplemen dengan adanya kompleks antigen-antibodi. Reaksi komplemen ini akan mengakibatkan lisisnya banyak jenis virus dan sel-sel pathogen (Campbell et al., 2010).

b) Kekebalan Seluler

Terbagi menjadi dua kelompok sesuai dengan cara memperolehnya, yaitu:

1. Kekebalan Aktif

Dihasilkan oleh tubuh 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

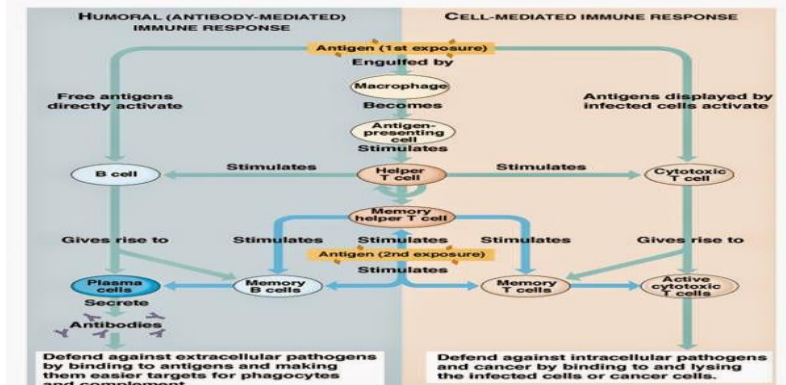
terkena dua kali penyakit cacar. Sedangkan cara buatan dengan adanya vaksinasi (imunisasi) (Campbell et al., 2010).

2. Kekebalan Pasif

Merupakan kekebalan yang diperoleh setelah menerima antibodi dari luar, contohnya pemberian ASI (alami) dan penyuntikan antiserum (buatan) (Campbell et al., 2010). Kekebalan diperoleh berdasarkan pada respon kekebalan humoral maupun kekebalan diperantarai sel. Berdasarkan gambar 8, berikut penjelasannya:

- a. Respon kekebalan humoral melibatkan aktivasi dan seleksi klonal sel-sel B efektor yang menyekresikan antibodi yang bersirkulasi dalam darah dan limfe. Sedangkan respon kekebalan yang diperantarai sel melibatkan aktivasi dan seleksi klonal sel-sel T sitotoksik.
- b. Diaktivasi melalui perjumpaan dengan sel-sel penyaji antigen.
- c. Sel-sel T penolong memainkan peran sentral dalam meningkatkan respon humoral dan respon diperantai sel, lalu sel T penolong berproliferasi setelah berinteraksi dengan fragmen-fragmen antigen.
- d. Sel-sel yang dihasilkan teraktivasi dan sel-sel T penolong ingatan, lalu sel T penolong yang teraktivasi menyekresikan sitokin.
- e. Sel T penolong berkembang menjadi ingatan yang merangsang sel B ingatan dan sel T sitotoksik ingatan pada antigen.
- f. Sel B berkembang menjadi sel plasma dan sel B ingatan berkembang menjadi antibodi yang disekresi untuk melawan patogen ekstraseluler dan berikatan dengan antigen sehingga menetralkan patogen.

- g. Merangsang sel T sitotoksik berkembang menjadi sel ingatan dan sel aktif untuk melawan patogen intraseluler dan kanker.



Gambar 2.9 Respon kekebalan Tubuh

Sumber: (Campbell et al., 2010)

D. Gangguan Sistem Kekebalan Tubuh

1) Alergi

Alergi disebabkan oleh respons kebal terhadap beberapa antigen yang dapat menimbulkan alergen (penyebab alergi). Proses terjadinya alergi ini, yaitu:

- Antibodi IgE yang dihasilkan sebagai respon terhadap paparan awal ke suatu alergen berikatan ke reseptor pada sel tiang
- Pada paparan berikutnya terhadap alergen yang sama, molekul IgE yang melekat ke sel tiang mengenali dan mengikat alergen tersebut
- Degranulasi sel tersebut dipicu oleh tautan-silang moleku-molekul IgE yang berdekatan, melepaskan histamin dan zat-zat kimia lain, menimbulkan gejala-gejala alergi

2) Penolakan Transplantasi

Penolakan transplantasi terjadi ketika jaringan yang ditransplantasi ditolak oleh sistem imun penerimanya, sehingga jaringan yang ditransplantasi menjadi rusak. Penolakan transplantasi dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu penolakan hiperakut, penolakan akut dan penolakan kronis.

3) **AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*)**

Adalah suatu sindrom menurunnya sistem kekebalan tubuh dan termasuk penyakit menular seksual (PMS). HIV yang masuk ke dalam tubuh akan menginfeksi dan menghancurkan sel CD4 yang merupakan bagian dari sel darah putih. Semakin sedikit sel CD4 maka semakin lemah pula sistem kekebalan tubuh seseorang. Penularan HIV dapat terjadi melalui hubungan seks, berbagi jarum suntik dan transfusi darah.

4) **Defisiensi Imun**

Dapat diperoleh dari keturunan atau dapat juga diperoleh dari faktor eksternal seperti pada usia lanjut dan kekurangan nutrisi. Defisiensi imun yang diwariskan tersebut umumnya mencerminkan kegagalan pewarisan suatu gen kepada generasi berikut sehingga dihasilkan makrofag yang tidak mampu mencerna dan menghancurkan organisme penyerbu, contohnya adalah *Severe Combined Immunodeficiency* (SCID). Penderita SCID mengalami kekurangan limfosit B menyebabkan kegagalan pada imunitas humoral dan T menyebabkan kegagalan imunitas yang dimediasi oleh sel yang menyebabkan pasien rentan terhadap infeksi virus sehingga harus tinggal dilingkungan steril agar tidak terkena infeksi.

5) **Penyakit Autoimun**

Penyakit autoimun disebabkan oleh berbagai faktor, seperti etnis, gender, lingkungan, dan riwayat keluarga. Salah satu contoh penyakit autoimun adalah lupus. Penyakit ini menyebabkan terbentuknya antibodi yang menyerang histon dan DNA yang dilepaskan melalui pemecahan normal sel-sel tubuh. Antibodi-antibodi yang reaktif terhadap diri sendiri ini menyebabkan ruam-ruam kulit, demam, artritis, dan gangguan ginjal.

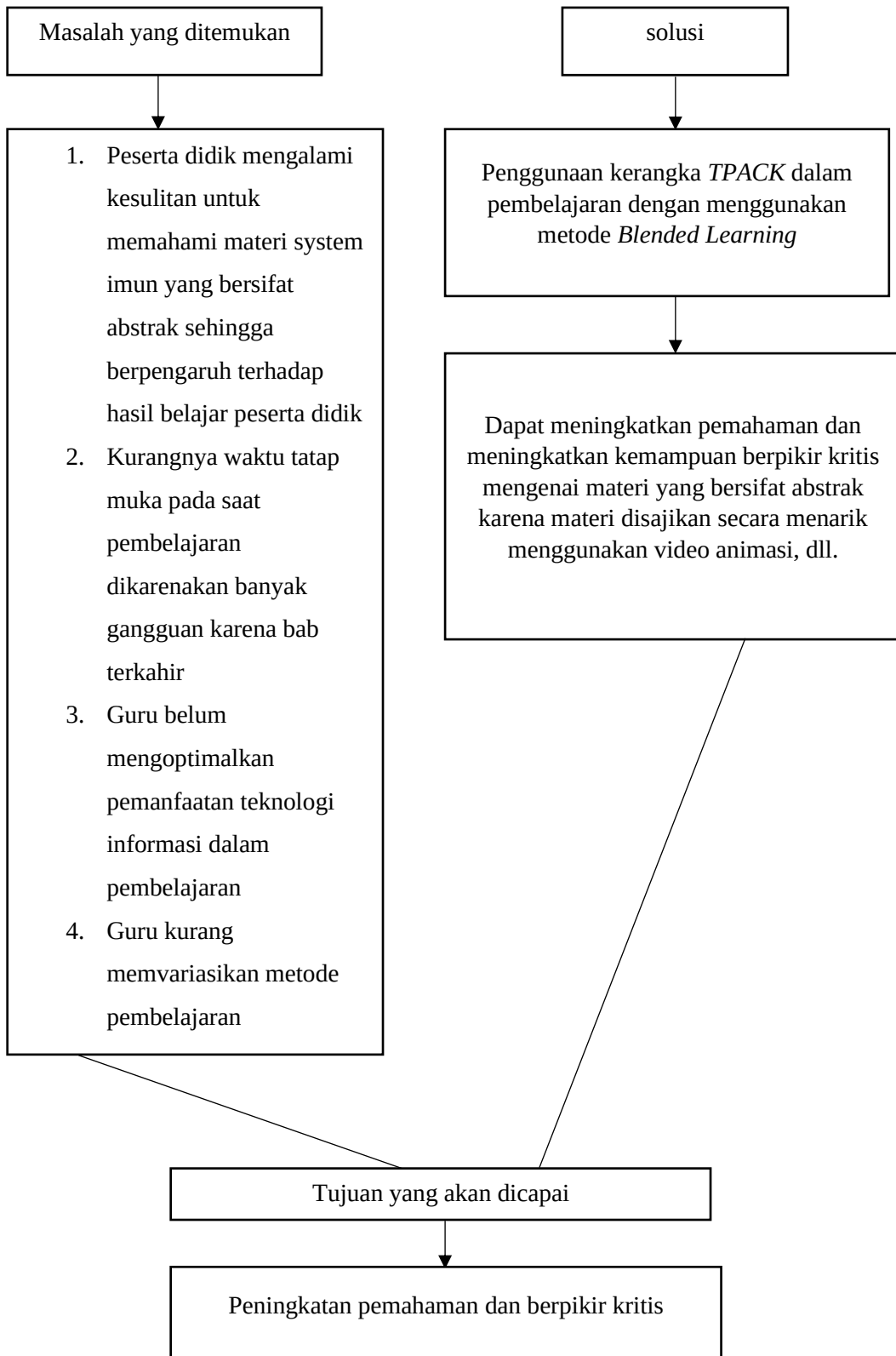
B. Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh Nia Nurdiani (2019) bertempat di Bandung dengan judul penelitian **“Peran MMI dan LMS Moodle sebagai Komponen TPACK Dalam Peningkatan Penguasaan Konsep Embriologi Mahasiswa Calon Guru Biologi”**, dengan menggunakan metode *blended learning*. Dengan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa melalui pembelajaran dengan kerangka kerja TPACK, terjadi peningkatan penguasaan konsep-konsep Embriologi ditingkatkan secara signifikan.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Ati Sadiyah (2019) bertempat di Bandung dengan judul penelitian **“Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik dengan Metode Blended Learning sebagai Komponen TPACK pada Materi Kingdom Monera”** dengan menggunakan metode Pre-Experiment Design. Berdasarkan hasil penelitiannya bahwa terjadi peningkatan hasil belajar pada materi kingdom monera.

C. Kerangka Pemikiran

Dalam penelitian ini kerangka pemikiran dibuat berdasarkan banyaknya peserta didik yang hasil belajarnya rendah dibawah target nilai Kriteria Ketercapaian Minimum (KKM) yang salah satu penyebabnya dikarenakan materi system imun bersifat abstrak sehingga sulit untuk dipahami peserta didik.

Kurangnya pemahaman peserta didik pada pokok materi system imun disebabkan juga oleh keterbatasan waktu untuk tatap muka di kelas, guru masih belum memanfaatkan teknologi yang lebih kreatif, inovatif dan muthakhir. Motode pembelajaran yang kurang divariasikan pada pokok materi yang dianggap abstrak.



D. Asumsi

Asumsi merupakan dasar pemikiran para ahli dalam memaparkan kebenaran sebagai landasan dalam menentukan hipotesis. Didapat asumsi bahwa penggunaan metode *blended learning* dalam komponen kerangka *TPACK* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

E. Hipotesis

Sedangkan hipotesis itu sendiri adalah jawaban sementara dari asumsi diatas. Maka hipotesisnya yaitu melalui penggunaan metode *blended learning* dalam komponen kerangka *TPACK* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.