

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. Teori Belajar

Belajar pada hakikatnya adalah proses interaksi terhadap semua situasi yang ada disekitar individu peserta didik. Belajar dapat di pandang sebagai proses yang diarahkan kepada pencapaian tujuan dan proses berbuat melalui berbagai pengalaman yang diciptakan oleh guru. Menurut Sudjana (1989:28) belajar juga merupakan proses melihat, mengamati dan memahami sesuatu. Kegiatan pembelajaran dilakukan oleh dua pelaku yaitu guru dan siswa. Hubungan antara siswa dan bahan ajar bersifat dinamis dan kompleks. Untuk mencapai keberhasilan dalam kegiatan pembelajaran terdapat beberapa komponen yang harus dikembangkan guru yaitu: tujuan, materi, strategi dan evaluasi pembelajaran masing-masing komponen tersebut saling berkaitan dan mempengaruhi satu sama lain (Rusman dkk. 2011).

Belajar merupakan suatu aktivitas yang dapat dilakukan secara psikologis maupun secara fisiologis. Aktivitas yang bersifat psikologis, yaitu aktivitas yang merupakan proses mental, misalnya aktivitas berpikir, memahami, menyimpulkan, menyimak, menelaah, membandingkan, membedakan, mengungkapkan menganalisis dan sebagainya. Sedangkan, aktivitas yang bersifat fisiologis yaitu aktivitas yang merupakan proses penerapan atau praktik, misalnya melakukan eksperimen atau percobaan, Latihan, kegiatan praktik, membuat karya (produk), apreasi dan sebagainya (Rusman dkk. 2011.).

Dalam suatu proses pembelajaran banyak unsur yang terjadi di dalamnya, proses pembelajaran berlangsung diharuskan untuk mampu memecahkan persoalan yang dihadapi, belajar kemampuan pola respon yang dimiliki, penafsiran terhadap situasi belajar, dan juga respon atau rekasi. Maka dari itu, unsur belajar ini harus dapat terpenuhi karrena merupakan suatu tujuan dalam proses pembelajaran.

Belajar adalah suatu proses dan bukan suatu hasil. Oleh karena itu, belajar berlangsung secara aktif dan *integrative* dengan menggunakan berbagai bentuk perbuatan untuk mencapai suatu tujuan. Individu dikatakan belajar atau tidak sangat tergantung kepada kebutuhan dan motivasinya. Kebutuhan dan motivasi individu/ seseorang menjadi tujuan individu/seseorang dalam belajar. Sedangkan motivasi akan timbul jika individu memiliki minat yang besar (Husamah dkk. 2016).

Menurut Thursan Hakim (2015) definisi belajar adalah suatu proses pembelajaran di dalam kepribadian manusia yang di tunjukan dalam bentuk peningkatan kualitas dan kuantitas tingkah laku seperti peningkatan kecakapan, pengetahuan, sikap, kebiasaan, pemahaman, keterampilan, daya pikir, dan kemampuan lainnya.

Menurut C.T Morgan (2016) pengertian belajar merupakan suatu perubahan yang relative dalam menetapkan tingkah laku sebagai akibat atau hasil pengalaman yang telah lalu.

Menurut Hilgard Dan Bower (2015), belajar adalah perubahan tingkah laku seseorang terhadap suatu situasi tertentu yang di sebabkan oleh pengalamannya yang berulang ulang dalam situasi tersebut.

Tujuan utama dalam belajar adalah untuk memperoleh dan meningkatkan tingkah laku manusia dalam bentuk pengetahuan, keterampilan, sikap positif, dan berbagai kemampuan lainnya. Menurut sadirman (2011: 26-28) dalam (Rusman dkk. 2011) secara umum ada tiga tujuan belajar, yaitu:

- 1) Untuk memperoleh pengetahuan
Hasil dari kegiatan belajar dapat di tandai dengan meningkatnya kemampuan berfikir seseorang.
- 2) Menanamkan konsep dan keterampilan
Keterampilan yang dimiliki sebagai individu adalah melauai proses belajar, penanaman konsep membutuhkan keterampilan, ketrampilan jasmani maupun ketrampilan rohani .
- 3) Membentuk sikap

Pembentukan sikap mental peserta didik akan sangat berhubungan dengan penanaman nilai-nilai sehingga menumbuhkan kesadaran di dalam dirinya.

Menurut Slameto (2011) perubahan tingkah laku sebagai hasil dari proses belajar adalah:

- a. Perubahan terjadi secara sadar
- b. Bersifat menetap dan fungsional
- c. Bersifat positif dan aktif
- d. Memiliki tujuan dan terarah
- e. Meliputi segala aspek tingkah laku dan individu.
- f. Memiliki pengalaman untuk dijadikan suatu pembelajaran.

Dalam suatu proses pembelajaran banyak unsur yang terjadi didalamnya, proses pembelajaran berlangsung diharuskan untuk mampu memecahkan persoalan yang dihadapi, belajar kemampuan pola respon yang dimiliki, penafsiran terhadap situasi belajar, serta respon atau rekkasi. Maka dari itu unsur bbelajar ini harus dapat dipenuhi, karena merupakan suatu tujuan dalam proses pembelajaran (Rusman et al., n.d.).

2. Pembelajaran

Proses pembelajaran adalah koponen yang saling berkaitan satu sama lain demi mencapai hasil belajar yang optimal, permbelajaran juga disebut sebagai suatu proses yang memberikan fasilitas bagi peserta didik agar dapat belajar dengan baik. Kegiatan yang sistematis dan juga membuat interaksi antara guru dan peserta dengan tujuan pembelajaran menggunakan asas Pendidikan, dua aspek yang dapat dinilai dari keberhasilan belajar yaitu aspek produk dan aspek proses, dikatakan keberhasilan dalam pembelajaran dilihat dari peningkatan hasil belajar yang diperoleh peserta didik (Hanafy dkk. 2015).

Menurut Robert M Gagne dalam Rusman dkk. (2011) Pembelajaran adalah kemampuan atau peruabahan seseorang yang dapat dikekakalkan, dan pertumbuhan bukannya menjadi penyebabnya. Perubahan yang disebut pembelajaran dapat dilihat melalui perubahan tingkahlaku, dengan membandingkan tingkahlaku seseorang individu sebelum dihadapkan kepada

situasi pembelajaran dengan tingkahlakunya selepas dihadapkan dengan situasi pembelajaran.

Efektifitas suatu pembelajaran dapat dilihat dari guru mengajar, tugas guru sebagai seorang pengajar harus memiliki tanggung jawab yang besar. Guru harus memiliki semangat yang tinggi dalam belajar. Guru harus mampu membuat suatu pembelajaran didalam kelas menjadi begitu kreatif sehingga memperoleh suasana belajar yang efektif. Segala sesuatu yang dikerjakan oleh peserta didik maupun didapatkan harus diapresiasi oleh guru atau harus diberi penilaian yang sesuai. Serta terjadinya komunikasi antara guru dengan peserta didik agar pembelajaran menjadi lebih efektif (Hanafy dkk.2015).

a. Tujuan pembelajaran

Tujuan dari pembelajaran yaitu untuk memperoleh ilmu dan pengetahuan, penguasaan, kemahiran dan tabiat serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik. Dari tujuan tersebut, dalam pembelajaran memang harus dirancang dan dibuat secara menarik, seperti pembelajaran yang dibuat menarik agar tidak membosankan peserta didik.

b. Faktor yang mempengaruhi pembelajaran

Factor yang mempengaruhi proses pembelajaran diantaranya: factor tujuan, tujuan dari proses pembelajaran harus jelas, tingkat kesulitannya pun harus diukur artinya pembelajaran harus dimulai dari yang termudah hingga tersulit, factor kedua guru merupakan salah satu factor dalam proses pembelajaran sehingga suatu proses pembelajaran dapat dikatakan berhasil, Kondisi gurupun menjadi pengaruh terhadap proses pembelajaran sebaiknya guru yang akan mengajar harus memiliki kondisi yang sehat. Faktor ketiga yaitu peserta didik, peserta didik harus sehat jasmani dan rohani sehingga dapat menangkap pembelajaran yang diberikan oleh guru. factor terakhir yaitu factor lingkungan, factor lingkungan dapat dibagi menjadi dua yaitu lingkungan fisik dan lingkungan social. Factor lingkungan fisik dapat dilihat dari lingkungan atau jarak tempuh rumah ke sekolah, factor lingkungan social dapat dilihat dari lingkungan yang berada disekitar usahakan sekolah yang digunakan sebagai tempat belajar tidak berdekatan dengan pasar, mall dll karena akan mengganggu proses pembelajaran.

Menurut Crow dan Crow 2010 dalam Rusman dkk. (2011) prinsip cara belajar yang dimiliki setiap anak dalam belajar berbeda, contohnya: belajar yang menggunakan gerak tubuh (somatic), belajar dengan pendengaran (auditif), belajar dengan melihat (visual), atau belajar dengan logika (intelektual). Setiap anak sudah memiliki cara belajarnya masing-masing yang dapat dikembangkan dengan itu, setiap pembelajaran yang diberikan diusahakan sesuai minat yang dimiliki oleh peserta didik hal tersebut secara spontan timbul dari diri peserta didik. proses pembelajaran dapat dilihat juga dari factor eksternal tidak hanya factor internal atau dengan kata lain tidak hanya pengetahuan yang harus dikembangkan tetapi factor eksternalpun harus dikembangkan seperti minat dan bakat yang dimiliki dari masing-masing peserta didik. Terlihat pula dari perkembangan zaman saat ini peserta didik perlu mengenal teknologi dalam pembelajaran sehingga peserta didik mampu mengikuti perkembangan zaman.

3. Teknologi Dalam Pembelajaran

Teknologi jaringan computer (internet) memberi manfaat bagi pemakainya untuk melakukan komunikasi. Jaringan computer dapat memberi kemungkinan bagi pengguna untuk melakukan komunikasi serta saling bertukar pikiran tentang kegiatan belajar yang dilakukan. Jaringan computer dapat dirancang sedemikian rupa untuk melakukan interaksi antara peserta didik dalam suatu pembelajaran (Rusman dkk. 2011).

Kemajuan teknologi komunikasi dan informasi sampai saat ini telah mengubah gaya hidup dan caramasyarakat dalam memperoleh dan memanfaatkan informasi dan pengetahuan tidak hanya itu, kemajuan teknologi jaringan atau internet, yang berkembang beriringan dengan kemajuan teknologi digital, telah mampu memperluas cakrawala pengetahuan pengguna media dan teknologi. Dengan membuka situs web atau web site yang kita ketahui, kita dapat menjelajah informasi sampai kemancanegara. Teknologi komunikasi telah memanjakan kita dalam memperoleh informasi dan pengetahuan yang kita perlukan. Pada masa lalu sumber-sumber informasi yang tersedia hanya koran, radio, televisi (Pribadi, 2015).

Kemajuan teknologi komunikasi dan informasi seperti yang terjadi saat ini telah mengubah paradigma belajar dan pembelajaran. Paradigma lama yang menganggap guru sebagai satu-satunya sumber informasi dan pengetahuan semata, tetapi juga menjadi pengelola dan pengembang program pembelajaran yang dapat membantu peserta didik atau learner mencapai kemampuan atau kompetensi yang diperlukan.

Teknologi dalam Pendidikan merupakan keharusan di era sekarang ini. Perkembangan dan meluasnya perkembangan internet dapat memberikan manfaat bagi kehidupan tidak terkecuali dunia Pendidikan. Dengan teknologi yang tepat (*appropriate technology*) fungsi teknologi sebagai fasilitas pembelajaran dapat mencapai tujuannya yaitu meningkatkan kinerja pembelajaran baik pembelajar maupun pelajar. Teknologi yang digunakan dalam Pendidikan bertujuan untuk memfasilitasi pembelajaran (*facilitating learning*), dengan itu semua teknologi yang ada dan produk – produk teknologi Pendidikan yang dihasilkan harus dipilih dan dibangun berdasarkan analisis kebutuhan dari lingkungan belajar tertentu. Dalam menentukan teknologi yang akan digunakan atau yang akan kita ciptakan (*create*) harus melihat pembelajaran sebagai suatu system dan berfikir secara sistematis. Semua elemen dan tujuan pembelajaran harus ditentukan untuk melihatnya sebagai satu kesatuan sehingga tujuan pembelajaran yang ingin di capai dapat terpenuhi (Pribadi, 2015).

Definisi Teknologi Pendidikan menurut AECT (*The Association For Education Communication & Technology*) Teknologi Pendidikan adalah studi dan etika praktek untuk memfasilitasi pembelajaran dan meningkatkan kinerja dengan meningkatkan, menggunakan, dan mengelola proses teknologi yang tepat dan sumber daya. Kemajuan teknologi informasi yang berdampak terhadap aktivitas belajar dan program pembelajaran telah melahirkan bentuk-bentuk pembelajaran seperti salah satunya melalui *E-learning* dalam kerangka *TPACK* (Rusman dkk. 2011).

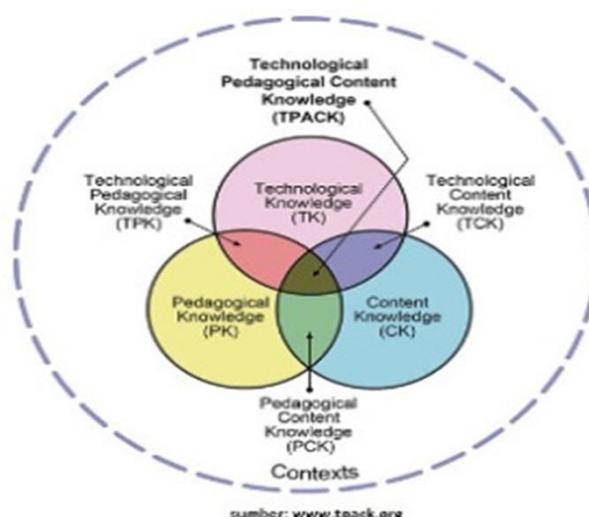
4. TPACK

Dengan tuntutan di abad 21 ini “menciptakan pembelajaran inovatif dan kreatif terintegrasi dengan ICT sebagai upaya meningkatkan proses pembelajaran

adalah suatu persoalan yang serius tiga ranah penting tuntutan itu adalah *fundamental knowledge*, *meta knowledge*, *humanistic knowledge* pembelajaran tersebut meliputi pembelajaran terintegrasi diantaranya materi pembelajaran, kurikulum, pedagogi, sumber belajar dan lingkungan belajar disekolah berdasarkan kerangka kerja *TPACK*”.

TPACK adalah sebuah konsep integrasi dari tiga unsur yang berbeda: Teknologi, pedagogi, dan konten pengetahuan, pengetahuan tentang ketiganya disatukan menjadi satu buah kemampuan pendidik yang komperhensif dalam dunia Pendidikan Bersama *TPACK*.tiga unsur yang disatukan dalam perencanaan proses dan evaluasi Pendidikan itu akan menjadi penggabungan yang hebat dalam pengembangan ekosistem Pendidikan masa depan yang di kenal sebagai era teknologi digital. *TPACK* dikembangkan berdasarkan kemampuan guru dalam memperdalam pemahaman konten, serta pengetahuan pedagogi, pengetahuan tekhnologi yang saling berkaitan satu sama yang mampu menciptakan pembelajaran yang efektif dan efesien (Rahayu, 2019).

Penggabungan dari tiga unsur yaitu pengetahuan konten, pengetahuan konteks, dan juga pengetahuan pedagogi ditambahkannya unsur tekhnologi maka jadilah *TPACK*.



Gambar 2. 1 Kerangka Kerja

Gambar di atas menunjukkan bahwasannya *TPACK* bukan hanya penggabungan dari tiga unsur saja tetapi ada tiga rangkaian lagi yang bergabung

dalam kerangka kerja *TPACK* antara lain: Pengetahuan Pedagogi Konten (PCK), Pengetahuan Teknologi Konten (TCK), Pengetahuan Teknologi Pengetahuan (TPK). Berikut penjelasan *TPACK* secara rinci:

a. *Konten Knowledge (CK)*

Pengetahuan konten merupakan sesuatu yang harus dipahami oleh guru sebelum melakukan pembelajaran seperti pengetahuan konsep, teori ide, serta kerangka berfikir. Hal tersebut bertujuan untuk mengembangkan pengetahuan peserta didik.

b. *Pedagogical Knowledge (PK)*

Pengetahuan pedagogi merupakan cara atau proses dalam menyampaikan materi guru kepada peserta didik, atau metode pembelajaran seperti nilai-nilai, dan proses pembelajaran.

c. *Teknologi Knowledge (TK)*

Merupakan media bantu dalam pembelajaran yang membantu dalam proses pembelajaran berlangsung, seperti internet, video digital.

d. *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*

Pengetahuan pedagogi dan konten saling berhubungan tetapi lebih mengarah kepada penilaian peserta didik, hasil belajar, serta proses belajar.

e. *Teknological Content Knowledge (TCK)*

Pengetahuan teknologi dan konten merupakan cara untuk mengetahui kemampuan teknologi yang digunakan dalam pembelajaran, kemampuan berbagai teknologi contohnya perubahan hasil belajar dengan menggunakan teknologi.

f. *Teknological Pedagogi Knowledge (TPK)*

Adalah suatu bentuk pengukuran seberapa penting apa teknologi dalam sebuah pembelajaran.

Teknological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) suatu bentuk pengetahuan yang didalamnya mencakup beberapa komponen (Rahayu, 2019).

5. *E-learning*

E-learning merupakan proses belajar mengajar yang membutuhkan bantuan teknologi yaitu media jaringan komputer dan internet. Pembelajaran yang

dilakukan oleh peserta didik akan didukung oleh system atau aplikasi. Metode *E-learning* lebih mampu dalam memahami materi yang diajarkan oleh guru pada peserta didik, karena disajikan dalam waktu 24 jam. Artinya waktu akan lebih banyak digunakan oleh peserta didik dalam mempelajari materi dan lebih menguasai materi tersebut (Lailly et al. 2015).

E-learning merupakan suatu proses pembelajaran yang membutuhkan bantuan system atau pengkat. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan metode *E-learning* butuh bantuan jasa seperti video, audio. Dalam pelaksanaan pembelajaran menggunakan metode *E-learning* peserta didik dapat melakukan pembelajaran kapanpun dimanapun karena pembelajaran dengan *E-learning* bersifat fleksibel, sera memudahkan peserta didik untuk komunikasi Ketika suatu pembelajaran tidak dapat dipahami (Rusman dkk. 2011)

a. Manfaat *E-learning*

Melalui *E-learning* peserta didik dapat berpartisipasi secara aktif, meningkatnya kemampuan peserta didik untuk belajar secara mandiri, meningkatnya kemampuan untuk menampilkan informasi dengan perangkat teknologi informasi.

b. Kelebihan *E-learning*

Adapun kelebihan *E-learning* Kelebihan menggunakan metode *E-learning* diantaranya: 1). Tersedianya fasilitas e-moderating dimana guru dan siswa dapat berkomunikasi secara mudah melalui fasilitas internet secara regular atau kapan saja kegiatan berkomunikasi itu dilakukan dengan tanpa dibatasi oleh jarak, 2). Guru dan siswa dapat menggunakan bahan ajar atau petunjuk belajar yang terstruktur dan terjadwal melalui internet, 3). Siswa dapat belajar atau mereview materi setiap saat dan dimana saja, 4). Biola siswa memerlukan tambahan informasi yang berkaitan dengan bahan yang dipelajari, 5). Baik guru maupun siswa dapat melakukan diskusi melalui internet yang dapat diikuti dengan jumlah peserta yang banyak, 6). Berubahnya peran siswa dari yang biasanya pasif menjadi aktif, 7). Relative lebih efisien.

c. Kekurangan *E-learning*

Selain kelebihan yang dijelaskan diatas, *E-learning* juga terdapat kekurangan seperti berubahnya peran guru yang awalnya pembelajaran dilakukan dengan metode ceramah, atau hanya menggunakan PPT kini guru harus lebih mengetahui tehnik pembelajaran berbasis ICT, serta sekolah yang tidak menyediakan fasilitas internet peserta didik akan kurang memiliki motivasi belajar, hal tersebut menyebabkan peserta didik akan mengalami keterlambatan dalam mengikuti proses belajar yang seharusnya (Rusman dkk. 2011.)

6. Media

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong upaya – upaya pembaharuan dalam pemanfaatan hasil-hasil teknologi Pendidikan dalam proses belajar mengajar. Dewasa ini dalam bidang pengajaran secara umum sedikit banyaknya terpengaruh oleh adanya perkembangan dan penemuan-penemuan dalam bidang keterampilan ilmu dan teknologi.

Media merupakan sesuatu proses untuk menyalurkan pesan dari pengirim kepenerimanya untuk dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian serta minat sehingga proses pembelajaran dapat membuahkan hasil belajar yang baik untuk tugas-tugas seperti mengingat, menghubungkan fakta, dan mengenali. Untuk menunjangnya keberhasilan suatu proses pembelajaran peran media sangat penting (Setioko dkk, 2016).

Menurut Rusman dkk. (2011) menyatakan bahwa media merupakan komponen penting dalam proses pembelajaran yang dapat memberikan rangsangan untuk belajar.

a. *Multimedia Interaktif MMI*

Multimedia biasa digunakan sebagai media Pendidikan yang bisa diandalkan dibandingkan dengan media yang lain, multimedia mempunyai berbagai kelebihan, multimedia mampu merangkum berbagai media seperti media teks, suara, grafik, gambar dan animasi dalam satu sajian digital. Media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran system imun berbasis kerangka kerja *TPACK* yaitu berupa *multimedia iteraktif (MMI)* yang diunggah ke dalam *Learning Mangeman System (LMS)* yang kemudian akan diakses dan dipelajari

secara daring oleh peserta didik. Multimedia interaktif merupakan pemanfaatan computer untuk menggabungkan seperti teks, grafik, audia, gambar bergerak (video dan animasi) menjadi satu kesatuan menjadi link tool yang tepat sehingga memungkinkan pemakai multimedia dapat melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi, dan berkomunikasi. Penggunaan multimedia pada pembelajaran pada materi yang sulit diindrai sangat memudahkan siswa dalam memahami pembelajaran yang sulit dipahami (Setioko *et al.*, 2016).

b. Learning Manageman system (LMS)

LMS juga berfungsi sebagai alat yang melaporkan interaksi antar peserta didik dengan konten materi pembelajaran yang diipelajari, di dalam LMS juga terdapat menu untuk peserta didik mendaftar, login, hasil *pretest* dan *posttest*, waktu dan lama akses, dan lain-lainnya(Pembelajaran et al., 2018). MLS sangat berfungsi bagi siapapun pada saat pandemic covid-19 ini terutama bagi peserta didik untuuk memudahkan dalam proses pembelajaran, Adapun aplikasi yang digunakan yaitu *google form*, dan *google classroom*.

1) Google form

merupakan sebuah fitur dari google untuk yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mengirim informasi dengan lebih mudah. Google form juga dapat digunakan sebagai media berbasis online untuk pengisian kuesioner sehingga lebih mudah mengolah data (Handayani et al., 2018)

2) Google Classroom

Google Classroom adalah aplikasi yang dibuat oleh *google* yang bertujuan dalam membantu mengordinasikan kelas serta berkomunikasi dengan peserta didik tanpa harus bertatap muka (Sabran et al., 2019) Pada penelitian ini *google classroom* digunakan sebagai wadah untuk menyampaikan informasi, serta interaksi antara guru dengan peserta didik dengan *online*.

7. Berpikir Kritis

Menurut Cece Wijaya (1996:72) Berfikir Kritis adalah Kegiatan menganalisis ide atau gagasan kearah yang lebih spesifik membedakannya secara tajam, memilih, mengkaji, dan mengembangkannya kearah yang lebih sempurna. Dalam pendidikan Berfikir Kritis diartikan sebagai pembentuk kemampuan

dalam aspek seperti kemampuan memberikan argumentasi, silogisme, dan memberikan penalaran yang profesional, Ketika seseorang mempunyai kemampuan dalam berfikir kritis yang tinggi seseorang tidak akan puas hanya dengan mendengarkan satu pendapat saja akan tetapi dia mencapai pendapat lain yang akan digali dan di telusuri kebenarannya (Idris, 2019).

Menurut Marzano (1992) Bahwa *critical thinking* merupakan bagian dari *habits of mind* yang memiliki 5 indikator yaitu:

- a. Akurat mencari akurasi,
- b. Jelas mencari kejelasan,
- c. Bersifat terbuka,
- d. Mampu menempatkan diri ketika ada jaminan,
- e. Bersifat sensitive dan tahu kemampuan pengetahuan teman.

Menurut Inc, *et al.* (2006) Berfikir Kritis merupakan investigasi yang bertujuan untuk mengeksplorasi situasi, fenomena, pertanyaan atau masalah untuk mengasilkan suatu hipotesis atau kesimpulan hal tersebut dengan cara mengintegrasikan seluruh informasi yang tersedia sehingga hipotesis atau kesimpulannya dapat dibenarkan.

8. Sistem Imun

a. Pengertian Sistem Kekebalan Tubuh

Sistem kekebalan tubuh atau sistem imun adalah sel atau organ khusus suatu organisme yang membantu dalam pertahanan tubuh agar tidak mudah terkena penyakit. Ketika system bekerja dengan baik maka akan melindungi tubuh dari bakteri dan virus sehingga tidak mudah terkena penyakit, dan juga dapat menghancurkan sel kanker dan zat asing lainnya, tetapi jika system tersebut tidak bekerja dengan baik maka tubuh akan sangat mudah terkena penyakit virus dan bakteri akan sangat mudah masuk kedalam tubuh (Rizkia, 2019).

b. Komponen-Komponen Sistem Kekebalan Tubuh

Kemampuan sistem imun dalam memberikan respon pada penyakit tergantung pada interaksi yang kompleks antara komponen sistem imun dan antigen yang merupakan agen-agen patogen atau agen penyebab penyakit.

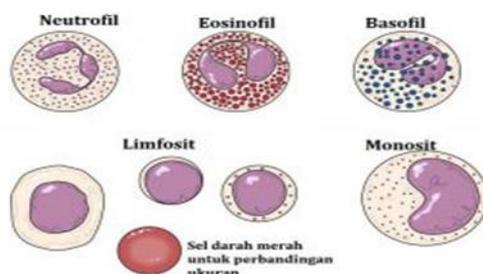
Antigen merupakan bahan-bahan asing yang masuk ke dalam tubuh. Jaringan dan organ yang berperan dalam sistem imun berada di bagian seluruh tubuh. Pada manusia dan mamalia lain, organ-organ pusat sistem imun adalah sumsum tulang (Agustina, 2015). Komponen-komponen sistem kekebalan tubuh terdiri atas:

1) Makrofag

Makrofag merupakan komponen sel darah putih yang membantu dalam pertahanan tubuh dengan melakukan fagositosis seperti virus yang masuk ke dalam tubuh. Proses fagositosis dengan cara menghancurkan antigen proses ini merupakan salah satu reaksi peradangan. Ketika makrofag terkena infeksi maka akan berhubungan dengan limfosit. Peranan Makrofag sangat penting dalam imunitas adaptif, komponen-komponen lain dalam sistem imun adaptif akan menghancurkan antigen yang dibawa oleh Makrofag, dapat mengonsumsi partikel asing, partikel asbestos, dan bakteri. Makrofag berada di tempat seperti daerah paru-paru yang menerima udara dari luar (Agustina, 2015).

2) Limfosit

Antigen penyerbu akan diidentifikasi serta dihancurkan oleh sel darah putih. Limfosit-limfosit tersebut akan dibentuk di dalam sumsum tulang, ketika mereka mengalami pematangan terjadi di dua tempat yang berbeda. Limfosit B (sel B) mengalami pematangan di sumsum tulang belakang, limfosit T (sel T) di timus (Agustina, 2015).



Gambar 2. 2 Macam-macam Sel Darah Putih

(Hisham, 2019)

Limfosit dibagi menjadi dua tipe, yaitu:

a) Sel B

Sel B merupakan organ yang unik bagi unggas tempat sel B, Unggas ini akan mengalami fase pematangan dan ditemukan di limfosit B. Pada sumsum tulang (*bone marrow*) sel B akan berkembang, pembentukan kekebalan humoral dibantu oleh Sel B untuk membentuk antibodi. Terdapat tiga jenis sel B, yaitu:

- a. Sel B pembelah memiliki fungsi dalam pembentukan “sel B plasma dan sel B penguat (memori)”.
- b. Antibodi dibentuk oleh “sel B plasma”
- c. Antigen yang masuk ke dalam tubuh akan diingat oleh Sel B penguat (memori), serta melindungi pembentukan sel B plasma jika terjadi infeksi kedua (Campbell et al., 2010).

b) Sel T

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

- a. Sel T *Sitotoksik*, memiliki fungsi menyerang untuk patogen yang masuk ke tubuh.
- b. Sel T *Helper*, memiliki fungsi untuk menstimulasi pembentukan jenis sel T lainnya dan sel B plasma serta mengaktifkan makrofag untuk melakukan fagositosis.
- c. Sel T *Supresor*, memiliki fungsi untuk 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 (Campbell et al., 2010).

3) Reseptor Antigen

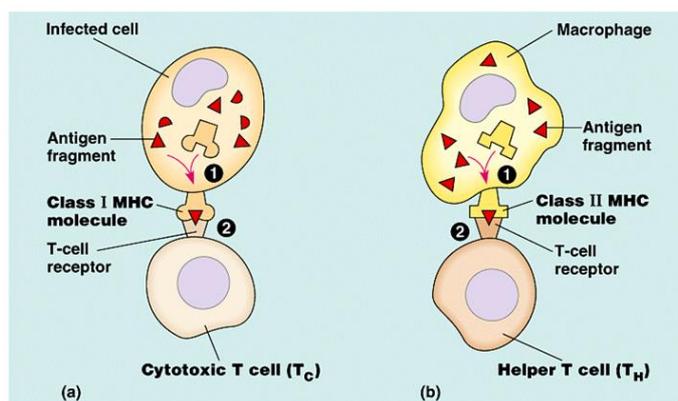
Kekhususan spesifikasi merupakan ciri imunitas. Spesifikasi merupakan antigen tertentu yang mampu dilawan oleh zat antibody. Ketika umur dewasa limfosit akan memproduksi satu reseptor antigen saja. Struktur pada reseptor

antigen sangat spesifik seperti pada kunci dan gemboknya reseptor antigen dapat di produksi banyak oleh limfosit (Agustina, 2015).

4) Sel-Sel Pengangkut Antigen

Antigen akan dibawa oleh molekul-molekul pengangkut ke permukaan sel dan dibawa ke sel limfosit T. Molekul-molekul pengangkut antigen disebut *Major Histocompatibility Complex* (MHC). Molekul MHC (*Major Histocompatibility Complex*) terdiri atas dua kelas. Antigen sel T pembunuh akan dikenal oleh MHC kelas 1, sedangkan antigen sel T pembantu dikenal MHC kelas II (Agustina, 2015).

- Protein MHC kelas I ditemukan pada semua permukaan sel berinti. Protein ini bertugas mempresentasikan antigen peptida ke sel T sitotoksik (T_C) yang secara langsung akan menghancurkan sel yang mengandung antigen asing tersebut.
- Protein MHC kelas II terdapat pada permukaan sel B, makrofag, sel dendritik, dan beberapa sel penampil antigen (*Antigen Presenting Cell* atau APC) khusus. Melalui protein MHC kelas II inilah, APC dapat mempresentasikan antigen ke sel-T penolong (T_H) yang akan menstimulasi reaksi inflamatori .



Gambar 2. 3 MCH Kelas I dan MCH Kelas II

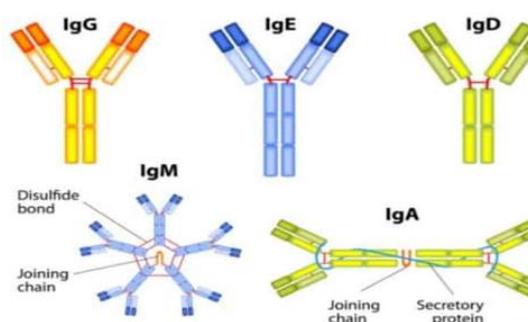
(Campbell *et al.*, 2010)

5) Antibodi

Sel limfosit B hanya dibuat oleh antibody. Antibodi merupakan protein yang bekerja sebagai respon antigen, antibody merupakan protein jenis *imunoglobulin* (Ig) atau serum protein globulin. Rantai berat dan rantai ringan pada akhirnya

ditempatkan diantigen spesifik (Agustina, 2015). Antibodi dikatakan jenis *immunoglobulin* (Ig) atau serum protein karena memiliki fungsi sebagai pelindung tubuh melalui proses kekebalan. Terdapat lima macam *immunoglobulin*, yaitu “IgG, IgM, IgA, IgE, dan IgD” (Campbell *et al.*, 2010).

Antibodi bertempat pada cairan tubuh atau didalam darah sebagai bentuk respon system kekebalan tubuh terhadap antigen asing Sel akan cepat merespon Ketika pembentukan antibodi. Yang dapat merangsang pelepasan pelepasan antobodi kedalam darah yaitu limfosit B, limfosit T, dan makrofag lalu pembentukan antibody lain IgG, IgA, AgD, dan IgE (Agustina, 2015)



Gambar 2. 4 Macam-macam Immunoglobulin

(DosenPendidikan, 2019)

a) Immunoglobulin G (IgG)

Setelah infeksi menyerang IgG baru akan terbentuk 2-3 bulan, dalam 1 bulan kedepan kadar akan meninggi dan akan menurun secara perlahan, dan seterusnya sampe beberapa tahun dengan kadar yang rendah. Pada darah terdapat banyak IgG yang beredar. Aliran darah akan membawa senyawa menuju antigen dan menghambat pertumbuhan pada virus, mampu menetralkan racun. IgG akan menyelinap masuk kedalam sel-sel dan kulit untuk membunuh mikroorganisme, Dengan ukurannya yang kecil IgG dapat dipindah melalui plasenta dari ibu hamil ke janin sebagai pelindung janin dari terserangnya infeksi yang akan menyebabkan pada bayi sebelum lahir serta bayi tersebut mampu menghasilkan antibody sendiri (Nurhayati *et al.*, 2014).

b) Immunoglobulin A (IgA)

Pada selaput lendir ditemukan Immunoglobulin A atau IgA, terdapat pada bagian mata, hidung, atau paru-paru atau juga pada bagian darah, Janin akan

dilindungi oleh antibody, serta dapat melindungi penyakit yang terdapat dalam ASI, melindungi sistem pencernaan bayi dari mikroba (Nurhayati *et al.*, 2014).

c) Immunoglobulin M (IgM)

Immunoglobulin M (IgM) terdapat pada permukaan sel-sel B, darah, dan getah bening. Immunoglobulin M (IgM) akan menjadi antibody pertama yang melawan antigen masuk ke dalam tubuh. Pada waktu 1-3 bulan IgM akan menetap setelah terjadinya infeksi lalu lambat laun akan menghilang dengan sendirinya. Pada usia kehamilan enam bulan janin dalam Rahim akan mampu memproduksi IgM. Ciri janin yang terkena infeksi kuman akan meningkat banyak IgM di dalam darah. Ketika tubuh dalam keadaan normal maka tidak akan ditemukan IgM dalam organ ataupun dalam jaringan, ciri janin yang terkena infeksi maka dapat dilihat dari IgM dalam kadar (Nurhayati *et al.*, 2014).

d) Immunoglobulin D (IgD)

Immunoglobulin D atau IgD melakukan tugasnya dengan menempelkan diri pada bagian permukaan sel T dan membantu sel T dalam menangkap antigen hal ini dikarenakan jumlah IgD yang sangat sedikit. IgD dapat ditemukan pada getah bening, dalam darah (Nurhayati *et al.*, 2014).

e) Immunoglobulin E (IgE)

Immunoglobulin E atau IgE adalah antibody yang menimbulkan reaksi alergi, Ketika seseorang sedang mengalami alergi maka kadar IgE sedang tinggi, IgE mampu melawan infeksi parasite, seperti *skistosomiasis* (Nurhayati *et al.*, 2014).

c. Mekanisme Sistem Kekebalan Tubuh

1) Pertahanan Tubuh Nonspesifik

Respon imun nonspesifik adalah imunitas bawaan meskipun tubuh belum terinfeksi zat asing tetapi tubuh masih dapat merespon zat asing tersebut. Respon imun nonspesifik akan melindungi tubuh dari kerusakan yang diakibatkannya, meskipun respon imun nonspesifik mampu merespon zat asing yang masuk dan melindungi dari kerusakan tetapi tidak mampu mengingat zat asing apa saja yang masuk ke dalam tubuh. Pertahanan fisik, kimiawi, humoral dan seluler merupakan komponen utama dari respon imun nonspesifik. Pertahanan ini meliputi epitel dan juga zat-zat antimikroba yang dihasilkan pada permukaannya, termasuk sistem

komplemen, mediator, sel-sel polimorfonuklear, dan sel natural killer (NK) (Nurhayati *et al.*, 2014).

a) Pertahanan Tubuh Nonspesifik Eksternal

Kulit dapat dikatakan sebagai jalan utama yang harus dihadapi patogen sebelum masuk ke dalam tubuh, perlindungan utama pada kulit dilihat dari sel mati yang merupakan bagian terluar kulit. Pembentukan sel baru yang dihasilkan dari pembelahan sel akan menuju ke permukaan kulit. Protein yang sangat kuat juga dihasilkan oleh kulit, Pada kulit terdapat senyawa keratin sehingga mikroorganisme patogen sulit untuk masuk karena senyawa kerati bersifat keras. Kelenjar minyak dan keringat yang dihasilkan oleh kulit juga dapat mencegah kolonisasi oleh mikroba karena memberikan pH kulit yang berkisar 3-5 sehingga cukup asam (Campbell *et al.*, 2010).

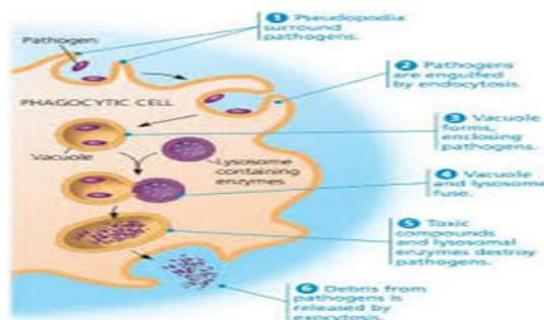
b) Pertahanan Tubuh Nonspesifik Internal

Pertahanan tubuh yang dapat ditembus oleh mikroba maka akan menghadapi fase garis kedua, fagositosis mampu melakukan penyingkiran terhadap mikroorganisme yang menyerang tubuh, *Natural Killer* (NK) juga membantu dalam pertahanan tubuh nonspesifik internal (Campbell *et al.*, 2010).

(1) Fagositosis

Setelah adanya sinyal kimiawi sel yang akan diserang oleh mikroba lalu akan didekati oleh neutrofil, Jaringan yang terinfeksi akan segera di tolong oleh neutrofil dan membunuh mikroba yang menyebabkan infeksi. Sel monosit akan bersirkulasi dalam beberapa jam didalam darah lalu akan menuju jaringan dan berubah menjadi makrofag, dengan keahliannya yang mampu memanjangkan pseudopodia yang dapat menarik mikroba lalu akan dihancurkan oleh enzim Namun beberapa mikroba telah merubah diri dalam tubuh (Nurhayati *et al.*, 2014).

ada juga eosinofil yang berperan dalam system pertahanan tubuh, keterbatasan eosinophil pada aktivitas fagositosis sangat terbatas, Pada tubuh cacing parasit eosinophil sangat berperan penting, pada permukaan cacing eosinophil akan menyekresikan enzim dari granula untuk menghancurkan cacing (Campbell *et al.*, 2010).



Gambar 2. 5Peristiwa Fagositosis

(Campbell *et al.*, 2010)

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

- Pseudopodia* dari sel fagositik mengelilingi mikroba-mikroba,
- Mikroba-mikroba kemudian ditelan didalam sel,
- Akibatnya terbentuk vakuola-vakuola yang berisi mikroba,
- Vakuola dan lisosom berdifusi,
- Senyawa-senyawa raun dan enzim lisosom menghancurkan mikroba-mikroba,
- Sisa-sisa mikroba kemudian dilepaskan melalui eksositosis.

(2) Sel Natural Killer (NK)



Gambar 2. 6Sel Natural Killer (NK)

(N, 2015)

Mikroorganisme tidak diserang langsung oleh sel NK atau disebut sel, mereka akan merusak sel tubuh yang diserang oleh virus dan sel-sel abnormal yang dapat menyebabkan tumor. Sel NK tidak bersifat fagositik; melainkang menyerang

membran sel sehingga sel tersebut lisis (pecah) (Campbell *et al.*, 2010). Mekanisme kerja sel NK adalah sebagai berikut:

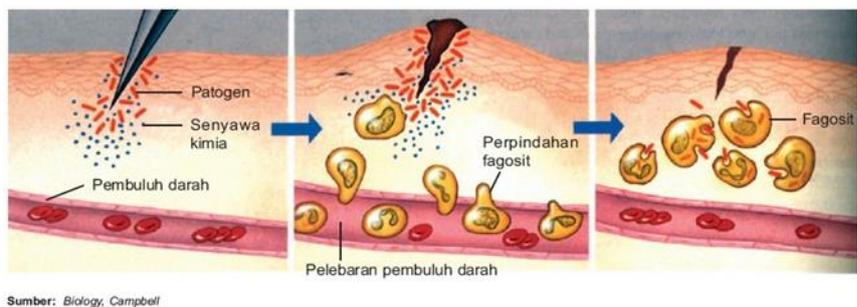
- a. Sel NK bekerja berkeliling mengikuti saluran limfosit menuju seluruh bagian tubuh,
- b. Sel NK akan membaca dan mengidentifikasi sinyal mengenai sel-sel asing yang dijumpainya,
- c. Sel NK akan mendekati sel asing dan membaca nukleus dari sel asing tersebut,
- d. Jika DNA sel asing berbeda dengan 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

Respon peradangan inflamasi merupakan respon tubuh terhadap kerusakan jaringan, misalnya 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 area yang terinfeksi (Campbell *et al.*, 2010).

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

1. Makrofag yang teraktivasi dan sel-sel tiang di tempat luka melepaskan molekul-molekul persinyalan yang bekerja pada kapiler-kapiler di dekatnya.
2. Kapiler-kapiler melebar dan menjadi lebih permeable, memungkinkan cairan yang mengandung peptide anti mikroba merasuki jaringan. Molekul-molekul persinyalan yang dilepaskan oleh sel-sel kekebalan menarik sel-sel fagositik tambahan.
3. Sel-sel fagositik mencerna pathogen-patogen dan sisa-sisa sel dotempat tersebut, dan jaringan akan sembuh.

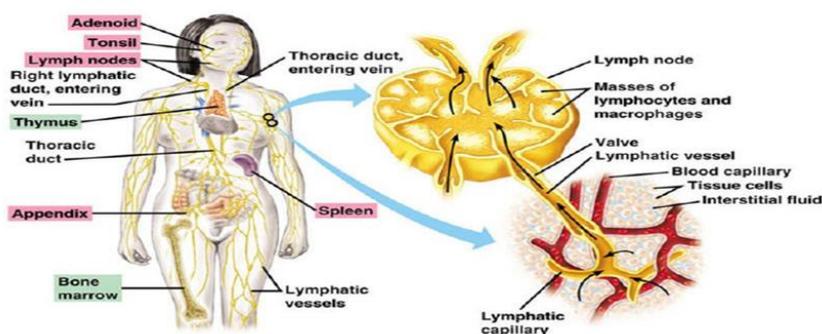


Sumber: *Biology, Campbell*

Gambar 2. 7 Mekanisme Pertahanan Tubuh dengan Respon Inflamatori
(Campbell et al., 2010)

(4) Protein Antimikroba

Didalam pertahanan tubuh protein sangat berperan penting yang mampu membunuh mikroorganisme secara langsung, ada kurang lebih 20 jenis protein yang dikategorikan kedalam system pertahanan ini, protein ini dapat bersirkulasi dalam darah yang tidak aktif, ada beberapa komplemen molekul yang diaktifkan juga, pengaktifan komplemen terjadi Ketika protein tersebut berikatan dengan antigen. Pembentukan protein komplemen dapat menyebabkan sel patogen mati, ada beberapa protein yang menyebabkan pertahanan tubuh nonspesifik atau disebut juga system peradangan, lalu menarik sel fagosit menuju jaringan yang rusak (Campbell *et al.*, 2010).



Gambar 2. 8 Sistem Limfatik Manusia
(Campbell *et al.*, 2010)

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

- a. Cairan interstitial yang merendam jaringan, bersama dengan sel-sel darah putih yang dikandungnya, terus menerus memasuki pembuluh limfatik,

- b. Cairan didalam sistem limfatik (disebut limfe) mengalir melalui pembuluh limfatik ke seluruh tubuh,
- c. Didalam nodus limfe, mikroba dan partikel-partikel asing yang ada didalam limfe yang bersirkulasi bertemu dengan makrofag dan sel-sel lain yang melakukan aksi pertahanan,
- d. Pembuluh-pembuluh limfatik mengembalikan limfe ke darah melalui dua saluran besar yang mengalir ke dalam vena didekat bahu.

2) Pertahanan Tubuh Spesifik

Sistem pertahanan tubuh spesifik ialah pertahanan tubuh terhadap patogen tertentu yang akan masuk ke dalam tubuh. Pertahanan tubuh akan mulai bekerja Ketika patogen sudah melewati system pertahanan tubuh nonspesifik. Adanya antigen dan antibody akan membentuk system kekebalan tubuh (Agustina, 2015).

a) Kekebalan Humoral

Aktivitas Sel B yang beredar dalam cairan darah dan limfe terlibat didalam kekebalan humoral. Respon humoral pada antibody yang berfungsi untuk melawan bakteri bebas racun, serta mikroorganisme yang lain yang berada pada cairan tubuh. Susunan patogen ini disebut juga kekebalan primer, kekebalan primer antara lain:

- a. Virus akan dinetralkan oleh antibody dengan cara melekatkan virus untuk menginveksi keuangannya disebut netralisasi. Cara tersebut dapat menetralkan racun.
- b. *Aglutinasi* (penggumpalan) adalah tahap perkumpulan virus yang telah dilewati oleh antibody yang nantinya akan dinetralkan oleh mikroorganisme. Hal ini dapat terjadi karena antibody memiliki kurang lebih 2 tempat mengikatnya antigen, Kompleks yang telah melewati tahap aglutinasi akan mempermudah fagositosis makrofag.
- c. Molekul antigen yang telah mengendap dalam cairan oleh antibody dapat disebut sebagai presipitasi atau pengendapan. Proses yang terjadi akan membantu fagositosis dalam pembuangan antigen.
- d. Fiksasi komplemen (aktivasi) keberadaan antigen dan antibody dapat mengaktifkan komplemen-komplemen, Ketika infeksi menyerang maka

protein akan diaktifkan, reaksi tersebut dapat mengakibatkan banyak jenis virus patogen (Campbell et al., 2010).

b) Kekebalan Seluler

Sel T terlibat dalam kekebalan, suatu jaringan tubuh yang telah terinfeksi maka sel T akan melakukan tugasnya untuk menyerang sel asing tanpa penghambat (Agustina, 2015). Terdapat 2 macam kekebalan tubuh, yaitu:

c) 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. (Campbell *et al.*, 2010).

d) Kekebalan Pasif

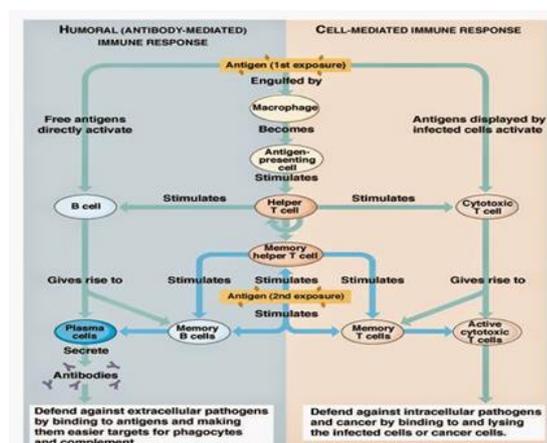
Kekebalan pasif adalah setelah antibodi dari luar diterima kekebalan akan diperoleh. Cara alami yang dapat dilakukan oleh kekebalan ini yaitu pemberian ASI, sedangkan cara buaatannya yaitu bisa dengan menyuntikan antiserum yang didalamnya mengandung immunoglobulin lainnya tetapi cara buatan ini hanya mampu bertahan tidak lama bisa terhitung hanya bertahan beberapa minggu karena penguraian yang terjadi membuat kekebalan tersebut tidak dapat bertahan lama dalam tubuh (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 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 diubah menjadi sel-sel T penolong yang teraktivasi dan sel-sel T penolong ingatan, lalu sel T penolong yang teraktivasi

menyekresikan sitokin yang merangsang aktivitas sel-sel B dan sel-sel T sitotoksik didekatnya.

- e. Sel T penolong berkembang menjadi sel T penolong ingatan yang merangsang sel B ingatan dan sel T sitotoksik ingatan pada antigen.
- f. Sel B ingatan dan sel plasma dikembangkan dari sel B, berkembang menjadi antibodi yang disekresi untuk melawan patogen ekstraseluler dan berikatan dengan antigen sehingga menetralkan patogen atau menjadikan patogen tersebut target yang lebih baik bagi fagosit dan protein komplemen.
- g. Sel T penolong yang merangsang sel T sitotoksik berkembang menjadi sel T sitotoksik ingatan dan sel T sitotoksik aktif untuk melawan patogen intraseluler dan kanker dengan berikatan dan melisis sel-sel yang terinfeksi atau sel-sel kanker.



Gambar 2. 9 Respon Kekebalan Tubuh

(Campbell et al., 2010)

d. Gangguan Sistem Kekebalan Tubuh

Terdapat berbagai gangguan pada system kekebalan tubuh seperti alergi sampai yang serius seperti penolakan pencangkokan organ, defisiensi kekebalan, serta penyakit autoimun.

1) Alergi

Penyebab terjadinya alergi oleh respon kebal terhadap beberapa. Antigen-antigen yang dapat menimbulkan suatu tanggapan alergi disebut sebagai alergen (penyebab terjadinya alergi). Alergi yang paling umum melibatkan antibodi dari

kelas IgE yang spesifik terhadap antigen dipermukaan serbuk polen. Proses terjadinya alergi ini, yaitu:

- a. Antibodi IgE yang dihasilkan sebagai respon terhadap paparan awal ke suatu alergen berikatan ke reseptor pada sel tiang,
- b. Pada paparan berikutnya terhadap alergen yang sama, molekul IgE yang melekat ke sel tiang mengenali dan mengikat alergen tersebut,
- c. 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 ditolah oleh sistem imun penerimanya, sehingga jaringan yang ditransplantasi menjadi rusak. Sistem kekebalan mengenali dan menyerang apapun yang secara normal berbeda dengan unsur yang ada di dalam tubuh seseorang, bahkan unsur yang hanya sedikit berbeda, seperti organ dan jaringan yang dicangkokkan. Penolakan transplantasi dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu penolakan hiperakut, akut, dan kronis.

- a. Penolakan hiperakut terjadi beberapa menit sampai jam setelah transplantasi dilakukan.
- b. Penolakan akut terjadi sesudah beberapa minggu sampai bulan setelah tandur tidak berfungsi sama sekali. Umumnya terjadi 5-10 hari setelah pencangkokkan.
- c. Penolakan kronik yaitu hilangnya fungsi organ yang dicangkokkan secara perlahan beberapa bulan setelah berfungsi normal.

3) AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*)

HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) bisa disebut sebagai suatu penyebab infeksi yang menurunkan kekebalan secara. Sel-sel T penolong akan mudah rusak dengan cara menginfeksi menyebabkan AIDS. Menurunnya sindrom pada kekebalan tubuh dapat diartikan sebagai AID AIDS, penyakit AIDS sangat berbahaya karena penyakit tersebut merupakan penyakit yang menular.

4) Defisiensi Imun

Defisiensi imun dapat dilihat dari keturunan atau dapat juga diperoleh dari faktor eksternal seperti pada usia lanjut dan kekurangan nutrisi. Defisiensi imun yang dilihat dari keturunan tersebut umumnya mencerminkan kegagalan penurunan suatu gen kepada generasi selanjutnya sehingga dihasilkan makrofag yang tidak dapat mencerna dan menghancurkan organisme penyerbu.

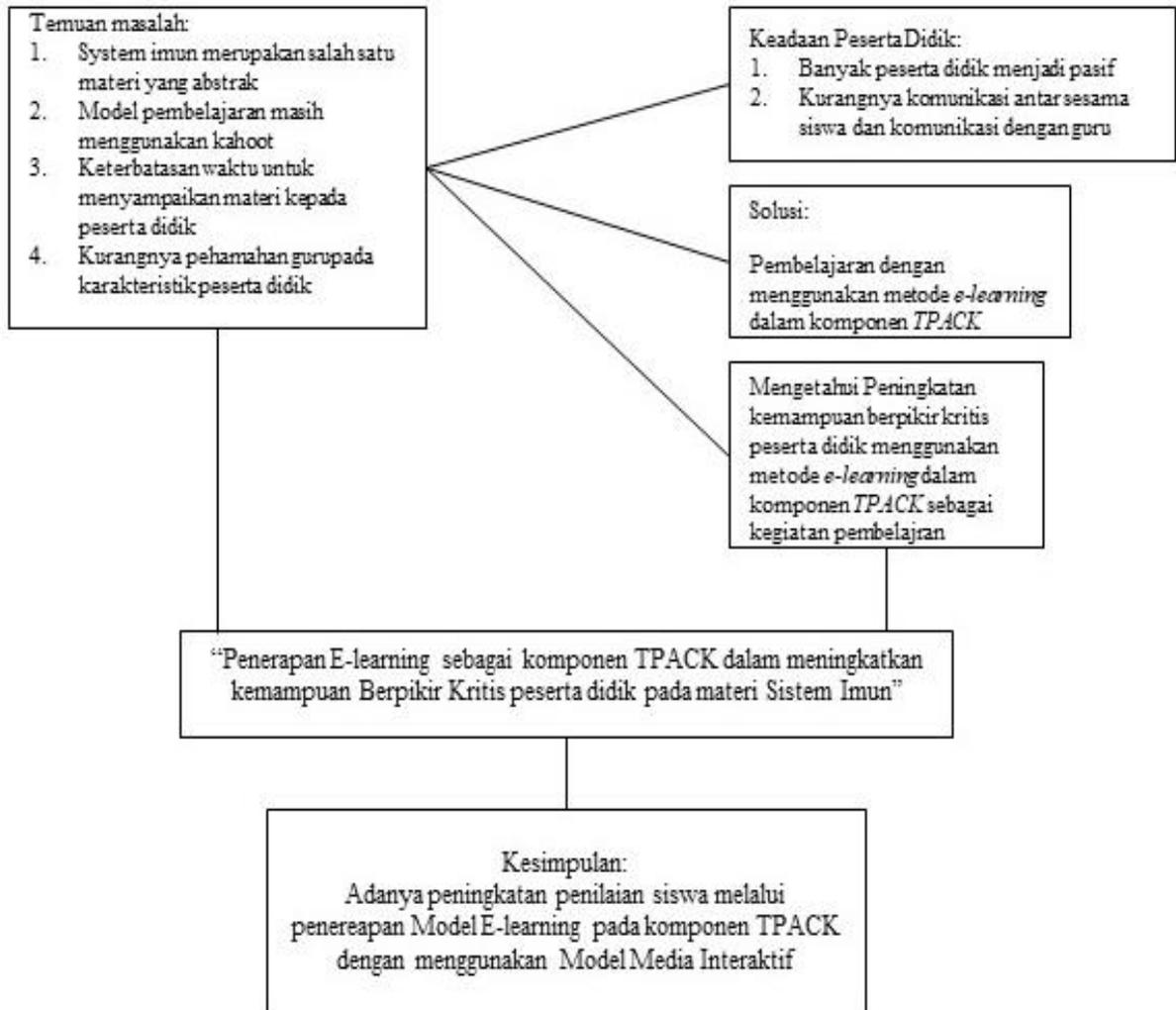
5) Penyakit Autoimun

Ketika suatu penyakit autoimun menyerang, sistem kekebalan akan menyerang organ atau jaringannya sendiri seolah-olah mereka adalah unsur asing. Penyakit autoimun sering terjadi pada kasus kencing manis dan demam rematik. 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) Menurut penelitian terdahulu (Nia Nurdiani, 2019) mengenai **“Peran MMI dan LMS Moodle sebagai komponen TPACK dalam peningkatan penguasaan konsep embriologi mahasiswa calon guru biologi”** dinyatakan berhasil. Karena penerapan model *E-learning* sangat membantu pada hasil belajar mahasiswa, LMS moodle lebih berperan positif terhadap hasil belajar dibandingkan dengan factor peran bantuan pengajar.
- 2) Menurut penelitian terdahulu (Nanditha Ayu Lestari, 2019) mengenai **“Menerapkan *E-learning* Sebagai Komponen TPACK Dalam Usaha Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Kingdom Monera”** dinyatakan berhasil. Karena efektivitas penggunaan LMS moodle dapat dilihat pada perolehan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah pelaksanaan *E-learning* yang diuji menggunakan pired sampel t-test hasil menunjukkan bahwa aspek kognitif hasil belajar meningkat signifikan.

C. Kerangka Pemikiran



Gambar 2. 10 Kerangka Pemikiran

Pembelajaran merupakan proses dalam Pendidikan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan, dengan adanya interaksi antara guru dan peserta didik dikelas maupun di luar kelas. Perangkat pembelajaran yang dapat menunjang proses pembelajaran salah satunya yaitu teknologi informatika atau kerangka *TPACK*, pada proses pembelajaran ini sangat membutuhkan media pembelajaran yang dapat membantu peserta didik dapat mudah memahami materi yang bersifat abstrak jika guru menyampaikan materi secara verbal (ceramah).

Dalam pembelajaran biologi pada materi system imun memiliki sejumlah permasalahan yaitu kurangnya pemahaman guru terhadap karakteristik siswa, keterbatasan waktu untuk menyampaikan materi system imun kepada siswa, rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik, model pembelajaran yang digunakan masih menggunakan *kahoot* dimungkinkan karena kurangnya kemampuan guru dalam mengoptimalkan keberadaan teknologi informatika sebagai media belajar. Dengan permasalahan yang ada maka peserta didik menjadi kurang aktif, dan kurangnya interaksi antara peserta didik dengan peserta didik atau peserta didik dengan guru karena keterbatasannya waktu dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan uraian di atas, guru masa kini harus mampu mengembangkan kemampuannya untuk mewujudkan pembelajaran yang maksimal. Pembelajaran metode E-learning pada kerangka kerja TPACK merupakan solusi untuk dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem imun yang bersifat abstrak, serta adanya peningkatan penilaian siswa melalui penerapan metode *E-learning* pada kerangka kerja *TPACK* dengan menggunakan model media interaktif.

D. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Dengan latar belakang yang ada serta teori yang telah dikemukakan di atas bahwa asumsi pada penelitian ini yaitu bahwa penerapan metode *E-learning* sebagai komponen *TPACK* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada siswa. Menurut (Rusman dkk. 2011) dalam pembelajaran menggunakan metode *E-learning* siswa dapat melakukan pembelajaran kapanpun dan dimanapun karena pembelajaran menggunakan metode *E-learning* bersifat fleksibel.

2. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini mengacu pada asumsi dan kerangka pemikiran yaitu “Penerapan *E-learning* sebagai komponen *TPACK* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi system imun”