

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. Teori Belajar

Belajar merupakan suatu proses usaha sadar yang dilakukan oleh individu untuk suatu perubahan dari tidak tahu menjadi tahu, dari tidak memiliki sikap yang tidak baik menjadi bersikap baik, dari tidak terampil menjadi terampil. Belajar tidak hanya sekedar memetakan pengetahuan atau informasi yang disampaikan, melainkan bagaimana melibatkan individu secara aktif dalam hasil belajar yang diterimanya menjadi suatu pengalaman yang bermanfaat bagi dirinya sendiri. (Rusman dkk, 2011, hlm.5)

Menurut Sudjana (1989:28) dalam Rusman dkk (2011, hlm.7) Belajar merupakan proses melihat, mengamati, dan memahami sesuatu. Kegiatan pembelajaran dilakukan oleh dua orang pelaku, yaitu guru dan siswa. Perilaku guru adalah membelajarkan dan perilaku siswa adalah belajar. Perilaku pembelajaran tersebut terkait dengan bahan pembelajaran yang dapat berupa pengetahuan, nilai-nilai kesusilaan, seni, norma, agama, sikap, dan keterampilan.

Menurut Hamalik (2007) dalam Husamah (2016, hlm. 6) belajar merupakan suatu kegiatan yang dimodifikasi dalam suatu perlakuan melalui sebuah pengalaman (*learning is defined as the modification or strengthening of behavior through experiencing*). Dari penjelasan tersebut, bahwa belajar dapat diartikan sebagai proses dalam sebuah kegiatan dan bukan sebuah hasil maupun tujuan, dalam belajar bukan hanya sekedar mengingat saja tetapi sebuah pengalaman. Belajar dapat melihat perkembangan siswa melalui penilaian perubahan tingkah laku ketika sedang dilakukannya pembelajaran. Disamping itu, belajar memiliki ciri- ciri diantaranya:

a) Berajar Beda dari Kematangan

Perubahan tingkah laku dapat disebabkan oleh pertumbuhan. Apabila perubahan dengan cara wajar dan tanpa latihan, maka hal ini dikatakan sebagai tingkat kematangan tidak dari belajar. Perubahan itu ditimbulkan dari perkembangan dan pertumbuhan fisiologis dalam suatu organisme.

b) Perubahan Fisik dan Mental

Perubahan tingkah laku yang diakibatkan oleh perubahan fisik dan mental yang bukan termasuk kedalam belajar, hal ini karena tidak termasuk pada pengalaman dan hasil latihan. Melalui pengalaman kita dapat melihat perubahan yang diakibatkan oleh belajar.

c) Perubahan Tingkah Laku

Perubahan tingkah laku yang nyata dan dapat dilihat dalam belajar akan menghasilkan perolehan yang sama atau tetap berdasarkan pada tujuan yang ditetapkan. (Husamah dkk, 2016. hlm. 6-7).

Prinsip-prinsip belajar menurut Davies (1991) dalam Husamah dkk (2016.hlm.18) yaitu :

- a. Siswa harus lebih aktif pada saat belajar, terhadap apa yang sedang dipelajarinya.
- b. Belajar berdasarkan tingkat intelektual yang dimiliki siswa.
- c. Dalam proses belajar siswa akan belajar dengan baik di tiap langkah perjalanan yang dilakukan dan lebih bermakna
- d. Semangat siswa mengalami peningkatan dengan diberi kepercayaan pada belajarnya.

Kemampuan siswa mengartikan telah belajar akan menimbulkan perubahan yang siswa alami. Kemampuan ini dapat digolongkan menjadi kemampuan afektif, kognitif, dan psikomotor. Kemampuan yang siswa miliki dapat diartikan sebagai hasil belajar melalui pengalaman dilihat dari penampilan siswa yang dapat diperoleh melalui penilaian berupa skor atau nilai yang telah diraih terhadap kriteria yang ditentukan (Husamah dkk 2016.hlm.19)

2. Pembelajaran

Menurut Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 Tahun 2003 menyatakan bahwa pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran sebagai proses yang dibangun oleh guru untuk mengembangkan kreatifitas berpikir yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa dan dapat meningkatkan kemampuan mengkontruksikan pengetahuan baru sebagai upaya meningkatkan penguasaan yang baik terhadap materi pelajaran (Hanafy dkk. 2015)

Secara umum pembelajaran didefinisikan sebagai proses interaksi antara peserta didik dengan guru serta sumber belajar pada lingkungan belajar yang meliputi guru dan siswa dengan adanya saling tukar informasi agar terjadinya proses perolehan ilmu dan pengetahuan. Hal tersebut sejalan dengan pandangan Hamalik (2003:30) dalam Rusman dkk (2011.hlm.16) mengatakan bahwa:

“Pembelajaran sebagai suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur manusia, material, fasilitas, perlengkapan, dan prosedur yang saling mempengaruhi agar mencapai tujuan pembelajaran.”

Tujuan pembelajaran ialah untuk mendapatkan ilmu pengetahuan, penguasaan dan membentuk kepercayaan dan sikap siswa. Agar tercapainya suatu tujuan, pembelajaran dapat dirancang dengan menarik agar tidak membuat siswa merasa bosan. Pembelajaran dapat dikatakan sebagai proses interaksi komunikasi antara siswa, guru dan sumber belajar baik secara langsung maupun tidak langsung dengan menggunakan media. Pada dasarnya pembelajaran tersebut harus mencakup pada komponen yang termasuk dalam pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi yang dapat diterapkan, peranan guru tidak hanya terbatas sebagai pengajar (*transfer of knowledge*) tetapi juga sebagai pembimbing, pelatih, pengembang, dan pengelola kegiatan pembelajaran yang dapat memfasilitasi kegiatan belajar siswa dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Rusman dkk., 2011.hlm.16)

3. Teknologi dalam Pembelajaran

Teknologi dalam pendidikan merupakan perkembangan dalam menggunakan internet yang bermanfaat bagi dunia pendidikan. Telah banyak alat bantu berbasis teknologi yang digunakan dalam pendidikan seperti alat bantu dengan presentasi (power point), video, produk multimedia baik yang konvensional maupun interaktif (Putra, 2014)

Teknologi yang digunakan dalam pendidikan bertujuan untuk memfasilitasi pembelajaran. Teknologi yang tepat guna dalam pembelajaran harus dinilai berdasarkan potensinya untuk memenuhi pendidikan, potensi utamanya adalah mendukung kreativitas dan berpikir kritis agar memahami kelayakan teknologi sebagai tujuan pendidikan (Putra, 2014)

Teknologi dalam hal ini menuntun siswa agar dapat mengerti TIK secara umum salah satunya yakni komputer agar dapat menyadari keunggulan dan keterbatasan komputer, serta dapat menggunakan komputer secara optimal. Disamping itu, siswa dapat memahami bagaimana dan dimana informasi dapat diperoleh, bagaimana cara mengemas/ mengolah informasi dan bagaimana cara mengomunikasikannya (Rusman dkk. 2011. hlm.74-75)

Secara khusus, tujuan mempelajari Teknologi Informasi dan Komunikasi adalah:

- a. Mengembangkan kemampuan siswa terhadap teknologi informasi dan komunikasi agar termotivasi sebagai dasar pembelajaran.
- b. Memotivasi kemampuan siswa untuk bisa beradaptasi.
- c. Mengembangkan kemampuan belajar berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi.
- d. Mengembangkan kemampuan belajar mandiri (Rusman dkk. 2011)

Berdasarkan pernyataan diatas, Teknologi Informasi dan Komunikasi memiliki peranan penting dalam dunia pendidikan, baik dari segi proses belajar siswa ataupun membantu guru dalam membelajarkan siswa. pada dasarnya Teknologi Informasi dan Komunikasi ini harus terus dikembangkan agar pemanfaatannya khususnya dalam dunia pendidikan bisa lebih dioptimalkan.

4. Multimedia

Multimedia adalah media presentasi yang berupa teks, suara, video animasi untuk pembelajaran yang digunakan pengguna dalam memanipulasi, mengendalikan, serta memberi perintah (Putra, 2014).

Pembelajaran berbasis multimedia adalah kegiatan pembelajaran yang memanfaatkan komputer untuk membuat dan menggabungkan teks, grafik, audio, gambar bergerak (video dan animasi) dengan menggabungkan *link* dan *tool* yang memungkinkan pemakai untuk melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi, dan berkomunikasi. Media pembelajaran adalah alat atau bentuk stimulus yang berfungsi untuk menyampaikan pesan pembelajaran. Bentuk-bentuk stimulus bisa dipergunakan sebagai media diantaranya adalah hubungan atau interaksi manusia, realita, gambar bergerak atau tidak, tulisan, dan suara yang direkam. Kelima

bentuk stimulus ini akan membantu siswa mempelajari bahasa asing (Djulia dkk. 2017).

Dalam proses belajar mengajar, hal utama yang harus diperhatikan oleh seorang guru dalam penggunaan media adalah berkaitan dengan analisis manfaat dari penggunaan media tersebut. Ada beberapa alasan yang harus diperhatikan dalam penggunaan media pembelajaran berkaitan dengan analisis manfaat yang akan diperoleh, sebagaimana dikemukakan oleh Sudjana dan Rivai (2002:2) dalam Rusman dkk (2011) yaitu:

- a. Pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
- b. Metode pembelajaran akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga siswa tidak bosan.
- c. Bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga dapat lebih dipahami oleh para siswa dan memungkinkan siswa menguasai tujuan pembelajaran lebih baik.
- d. Siswa lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi juga aktivitas lain.

a) Jenis-Jenis Media Pembelajaran

1. Media visual, media visual adalah media yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan indera penglihatan yang terdiri atas media yang dapat diproyeksikan dan media yang tidak dapat diproyeksikan biasanya berupa gambar diam atau gambar bergerak.
2. Media audio, yaitu media yang mengandung pesan dalam bentuk auditif yang dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan siswa untuk mempelajari bahan ajar. Contoh dari media audio ini adalah program kaset suara dan program radio.
3. Media audio-visual, yaitu media yang merupakan kombinasi audio dan visual atau biasa disebut media pandang-dengar. Contoh dari media audio-visual adalah program video/ televisi pendidikan, video/ televisi instruksional, dan program slide suara (*sound slide*).
4. Kelompok media penyaji, dapat dikelompokkan kedalam tujuh jenis, yaitu: a) kelompok kesatu. Grafis, bahan cetak, dan gambar diam, b) kelompok kedua.

Media proyeksi diam, c) kelompok ketiga. Media audio, d) kelompok keempat. Media audio, e) kelompok kelima. Media gambar hidup/ film, f) kelompok keenam. Media televisi, dan g) kelompok ketujuh. Multimedia.

5. Media sebagai objek dan media dalam bentuk interaktif yang berbasis komputer. Media sebagai objek adalah media yang dapat dilihat dari segala arah penyampaiannya bukan berupa penyajian tetapi dari segi fisiknya, dan media dalam bentuk interaktif yang berbasis komputer yaitu menuntun siswa agar dapat berinteraksi selain mendengar dan melihat.

Dari kelima bentuk tersebut, media paling akhir yakni media yang digunakan sebagai sumber komunikasi. Hal utama dari media ialah untuk menuntun siswa agar dapat berinteraksi pada saat belajar. Dapat dibagi kedalam 3 macam yaitu siswa dapat berinteraksi dengan program, siswa dapat berinteraksi dengan jaringan komputer, mengatur arahan antar siswa secara teratur tetapi tidak terprogram (Rusman dkk. 2011.hlm 62-63).

b) Fungsi Media Pembelajaran

Media dalam arti yang terbatas (mikro), yaitu sebagai alat bantu pembelajaran. Alat bantu yang digunakan guru untuk memotivasi belajar peserta didik, memperjelas informasi/ pesan pembelajaran, memberi tekanan pada bagian-bagian yang penting, memberi variasi pembelajaran, memperjelas struktur pembelajaran. Disini, media memiliki fungsi yang jelas yaitu memperjelas, memudahkan dan membuat menarik pesan pembelajaran yang akan disampaikan oleh guru kepada peserta didik sehingga dapat memotivasi belajarnya dan mengifisienkan proses belajar. Hasil penelitian menurut Raharjo (1991) menunjukkan bahwa kegiatan belajar mengajar akan lebih efektif dan mudah bila dibantu dengan sarana visual, dimana 11% dari yang dipelajari terjadi lewat indera pendengaran, sedangkan 83% lewat indera penglihatan (Rusman et al., 2011.hlm.65)

c) Multimedia Interaktif Berbasis Komputer

Perkembangan teknologi komputer saat ini telah membentuk suatu jaringan (*network*) yang dapat memberi kemungkinan bagi siswa untuk berinteraksi dengan sumber belajar secara luas. Jaringan komputer berupa internet dan web telah membuka akses setiap orang untuk memperoleh informasi dan ilmu

pengetahuan dalam bidang akademik. Penggunaan internet dan web tidak hanya dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap kegiatan akademik siswa tapi juga bagi guru. Internet dan web dapat memberi kemungkinan bagi guru untuk menggali informasi dan ilmu pengetahuan dalam mata pelajaran yang menjadi ampuannya. Melalui penggunaan internet dan web, guru akan selalu siap mengajarkan ilmu pengetahuan yang mutakhir kepada siswa. Hal ini selalu giat mengakses website dalam bidang yang menjadi keahliannya, Media dalam pembelajaran memiliki fungsi sebagai alat bantu untuk memperjelas pesan yang disampaikan guru, media berfungsi juga untuk pembelajaran individual dimana kedudukan media sepenuhnya melayani kebutuhan belajar siswa (pola bermedia) (Rusman dkk. 2011. hlm.66-67).

Multimedia interaktif (MMI) dalam pembelajaran, seperti yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya Nurdiani *et al* (2019) pada konteks ini merupakan media pembelajaran yang mere-septansikan bahan ajar dengan tampilan carta, diperjelas dengan teks, ilustrasi gambar, animasi dan video, disertai suara narator yang mengantarkan bahasan secara verbal, serta dilengkapi tombol kontrol yang dapat dioperasikan pengguna. Hal ini selaras dengan pendapat (Wiyono, 2012) dalam Ritdamaya dkk (2016) pada pembelajaran menggunakan multimedia interaktif/ berbantuan simulasi virtual.

Hal ini pembelajaran dengan kerangka *TPACK* terhadap penggunaan media yang dibuat dengan berbantuan hostinger (*000webshot*)

5. E-Learning

E-learning adalah proses dan kegiatan penerapan pembelajaran berbasis web (web-based learning), pembelajaran berbasis komputer (*computer based learning*), kelas virtual (*virtual classroom*) dan atau kelas digital (*digital classroom*). Materi-materi dalam kegiatan pembelajaran elektronik tersebut kebanyakan dihantarkan melalui media internet, intranet, tape video atau audio, penyiaran melalui satelit, televisi interaktif serta CD-ROM (Rusman dkk. 2011.hlm.263).

Pada dasarnya *e-learning* memiliki dua tipe yaitu *synchronus* dan *asynchronus*. *Synchronus* berarti pada waktu yang sama proses pembelajaran terjadi pada saat yang sama antara pendidik dan peserta didik. Hal ini

memungkinkan interaksi langsung antara pendidik dan peserta didik secara *online*. Dalam pelaksanaan, *synchronous training* mengharuskan pendidik dan peserta didik mengakses internet secara bersamaan. Pendidik memberikan materi pembelajaran dalam bentuk makalah atau slide presentasi dan peserta didik dapat mendengarkan presentasi secara langsung melalui internet. Peserta didik juga dapat mengajukan pertanyaan atau komentar secara langsung ataupun melalui chat *window*. *Synchronous training* merupakan gambaran dari kelas nyata, namun bersifat maya (*virtual*) dan semua peserta didik terhubung melalui internet. *Synchronous training* juga sering disebut sebagai *virtual classroom* (Pembelajaran et al., 2018)

Asynchronous dalam pembelajaran yakni melaksanakan kegiatan belajar dengan kurun waktu yang berbeda. Siswa dapat menggunakan waktu kapan saja dan dimana saja untuk mengakses sebuah materi melalui pembelajaran *e-learning* dapat berupa tes/ kuis, permulaan, ataupun pengumpulan tugas sesuai waktu yang telah ditetapkan (Pembelajaran et al., 2018)

a) Komponen *E-Learning*

Komponen yang membentuk *e-learning* adalah infrastruktur *e-learning*, sistem dan aplikasi *e-learning* serta konten *e-learning*. Infrastruktur *e-learning* merupakan peralatan yang digunakan dalam *e-learning* dapat berupa *personal computer* (PC) yaitu komputer yang dimiliki secara pribadi, jaringan komputer yaitu kumpulan dari sejumlah perangkat berupa komputer, hub, switch, router, atau perangkat jaringan lainnya yang terhubung dengan menggunakan media komunikasi tertentu (Pembelajaran, 2018)

Learning Management System (LMS) merupakan suatu aplikasi atau perangkat *e-learning* yakni suatu perangkat lunak seperti pada pembuatan kelas menggunakan jaringan secara online, pembuatan konten atau materi yang diakses pada jaringan internet. Content/ konten dapat berbentuk teks yang disimpan dalam *Learning Management System* (LMS), pada *e-learning* konten adalah bahan ajar dalam bentuk multimedia pembelajaran untuk memudahkan siswa mengakses materi dimanapun dan kapanpun (Pembelajaran, 2018). Dalam penelitian ini digunakan 2 aplikasi LMS yakni google form yang digunakan sebagai angket

respon siswa terhadap pembelajaran dan google classroom yang digunakan untuk menyampaikan informasi mengenai cara akses pada hostinger (000webshot).

b) Pemanfaatan *E-Learning* Untuk Pembelajaran

E-learning dapat dimanfaatkan sebagai teknologi pembelajaran dengan jaringan internet yang dapat digunakan langsung pada waktu bersamaan ataupun pada waktu yang tidak bersamaan. Penyampaian materi pelajaran yang diberikan dapat melalui media berisikan teks, video animasi, pelatihan. Perbedaan pembelajaran tradisional dengan *e-learning* yaitu kelas tradisional guru dianggap sebagai orang yang serba tahu dan ditugaskan untuk menyalurkan ilmu pengetahuan kepada pelajarnya. Sedangkan dalam pembelajaran *e-learning* fokus utamanya adalah pelajar yang harus mandiri pada waktu tertentu dan bertanggung jawab untuk pembelajarannya, suasana *e-learning* memaksa pelajar yang memainkan peranan yang lebih aktif dalam pembelajarannya (Rusman dkk. 2011.hlm.289).

c) Kelebihan dan Kekurangan E-Learning

Menurut Soekartawi, dkk. (2011) dalam Rusman dkk. (2011. hlm. 292-293) kelebihan *e-learning* diantaranya:

- a. Tersedianya fasilitas e-moderating dimana guru dan siswa dapat berkomunikasi secara mudah melalui fasilitas internet secara regular atau kapan saja.
- b. Guru dan siswa dapat menggunakan bahan ajar atau petunjuk belajar yang terstruktur dan terjadwal melalui internet,.
- c. Siswa dapat belajar atau me-review bahan perkuliahan setiap saat dan dimana saja
- d. Bila siswa memerlukan tambahan informasi yang berkaitan dengan bahan yang dipelajarinya.
- e. Baik guru maupun siswa dapat melakukan diskusi melalui internet yang dapat diikuti dengan jumlah peserta yang banyak.
- f. Berubahnya peran siswa dari yang biasanya pasif menjadi aktif dan lebih mandiri.
- g. Relatif lebih efisien, misalnya bagi mereka yang tinggal jauh dari sekolah atau perguruan tinggi.

Disamping kelebihan terdapat pula kekurangan *e-learning* dalam pembelajaran menurut diantaranya:

- a. Interaksi pendidik dengan siswa kurang hingga dapat menimbulkan perlambatan terhadap nilai belajar.
- b. Mengutamakan aspek komersial dan aspek sosial diabaikan.
- c. Pembelajaran lebih mengutamakan simulasi dibandingkan pendidikan.
- d. Pengetahuan guru sebagai pendidik kini diharuskan untuk menguasai teknologi.
- e. Kegagalan dalam belajar, diakibatkan oleh kurangnya minat belajar siswa.
- f. Kurangnya fasilitas jaringan internet
- g. Kurangnya orang ahli dalam pengoperasian internet.
- h. Penguasaan dalam hal pemrograman yang kurang.

6. TPACK

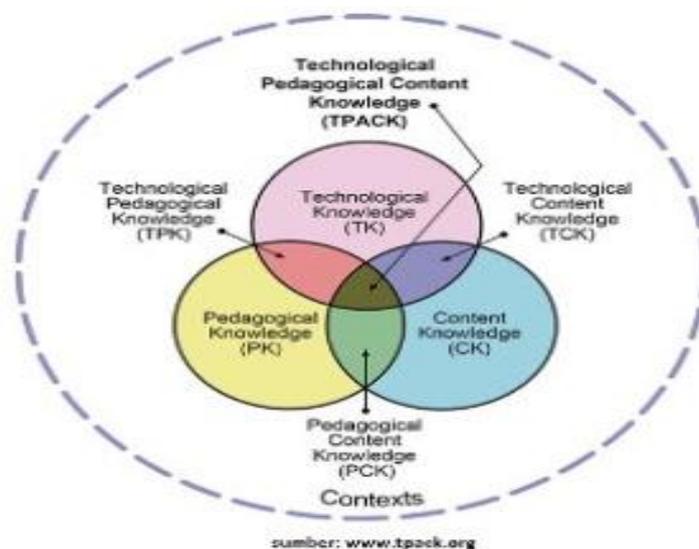
Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) merupakan pengetahuan yang diperlukan untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran. Kerangka pengetahuan ini berasal dari konstruk (Assar, 2015) tentang *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*. Shulman berpendapat bahwa mempersiapkan guru atau calon guru dengan keterampilan pedagogis umum dan pengetahuan materi pelajaran seperti IPA kurang memadai. Sebagai gantinya adalah diperlukan landasan pengajaran yang berada pada persinggungan antara konten materi pelajaran dan pedagogi seorang guru IPA diharapkan memiliki PCK yang baik agar dapat melakukan proses pembelajaran yang efektif (Assar, 2015).

Menurut Shulman (1986), *Pedagogical Content Knowledge (PCK)* dari seorang guru sangat penting untuk menciptakan pembelajaran yang bermanfaat bagi siswa, *Pedagogical Content Knowledge/ PCK* dibentuk kedalam dua bagian yakni pengetahuan konten berupa metode pembuktian, pengetahuan terhadap konsep dan pengetahuan pedagogi yakni rencana belajar siswa di kelas (Rosyid, 2016). Gagasan dari *PCK* diartikan dengan konten/ materi juga pedagogi yang dibutuhkan pada konteks pengetahuan.

Berdasarkan salah satu komponen tersebut diketahui bahwa *TPACK* yaitu suatu struktur yang teoritis dalam mengintegrasikan sebuah teknologi

pembelajaran, yang memiliki 3 komponen utama yaitu *technological knowledge*, *content knowledge*, dan *pedagogical knowledge*. Dari ketiga komponen tersebut terdapat interaksi diantara setiap dua komponen (Y Ariana, 2015)

Selanjutnya, pengembangan *TPACK* dari *PCK* oleh guru sangat penting untuk dilakukan agar pengajaran dengan integrasi teknologi menjadi efektif. Sebagai ilustrasi trayek belajar yaitu seberapa besar mereka sudah terlibat dalam kegiatan yang terkait komponen pengetahuan yakni : Pengetahuan Teknologi (*TK*), Pengetahuan Konten (*CK*), Pengetahuan Pedagogi (*PK*), Pengetahuan Pedagogi Konten (*PCK*), Pengetahuan Pedagogi Teknologi (*TPK*), dan Pengetahuan Konten



Gambar 2. 1 Kerangka TPACK

Teknologi (*TCK*), sebuah pengetahuan baru yang disebut *TPACK*.

Sumber: (Rahayu, 2019)

Technological Knowledge (TK). Merupakan pengetahuan calon guru tentang apa dan bagaimana teknologi, software atau aplikasi yang dapat digunakan untuk pembelajaran. *Technological Knowledge (TK)* berperan dalam beradaptasi untuk mengetahui penggunaan teknologi terbaru, serta keinginan untuk terus belajar dan mencari tahu tentang teknologi terbaru yang dapat digunakan dalam pembelajaran sangat penting mengingat teknologi harus berkembang pesat.

Pedagogical Knowledge (PK). Merupakan pengetahuan guru tentang karakteristik siswa, pengembangan rencana pembelajaran dan evaluasi hasil belajar, dan apa saja metode/ model/ strategi pembelajaran yang dapat digunakan

dalam pembelajaran. Pedagogical knowledge juga meliputi kemampuan untuk mengadaptasi dan mempelajari metode pembelajaran terbaru atau dapat menciptakan strategi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan kelas.

Content Knowledge (CK). Merupakan penguasaan guru terhadap materi atau substansi materi secara luas dan mendalam, penguasaan tersebut diantaranya mengenai pokok pikiran atau gagasan, kerangka pemikiran, serta dapat mengembangkan penguasaan.

Technological Content Knowledge (TCK). Merupakan kemampuan guru menyampaikan materi menggunakan teknologi. *TCK* adalah bagaimana guru dapat menggambarkan konten (materi) dengan cara yang berbeda dengan teknologi yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan. *TCK* merupakan kemampuan guru kepada ketepatan dalam menentukan dan menggunakan teknologi untuk membuat representasi baru dalam proses transfer materi pembelajaran yang memiliki karakteristik khusus sehingga mampu mengubah mindset peserta didik.

Pedagogical Content Knowledge (PCK). Merupakan kemampuan dalam menyampaikan materi kepada siswa, dalam penyampaiannya guru tidak hanya sekedar memberi materi tetapi menggunakan strategi tertentu dalam menyampaikan materi sehingga *PCK* juga merupakan ketepatan guru dalam memilih pendekatan atau strategi yang tepat dalam materi tertentu dan sesuai dengan karakter siswa, karena tidak semua strategi cocok digunakan di semua materi.

Technological Pedagogical Knowledge (TPK). Mengidentifikasi hubungan timbal balik antara teknologi dan pedagogi. *TPK* juga merupakan kemampuan guru dalam memilih dan memanfaatkan teknologi yang tepat untuk mendukung penerapan berbagai perangkat pembelajaran yang digunakan.

Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). Merupakan kemampuan guru dalam menyelenggarakan pembelajaran dengan mengintegrasikan strategi pembelajaran dan teknologi. Hal inilah yang membedakan kedalaman penguasaan kompetensi bagi setiap guru. *TPACK* merupakan optimalisasi *TK* yang digunakan dalam pembelajaran untuk mengintegrasikan *CK*, *PK*, dan *PCK* menjadi satu kesatuan yang utuh dan dapat

menghasilkan proses pembelajaran yang efektif, efisien, dan lebih menarik. Proses pembelajaran yang dimaksud bukan hanya mengutamakan penguasaan kognitif, melainkan juga sikap dan pembentukan karakter peserta didik. Keutuhan *TPACK* menjadi prasyarat seorang guru dapat mengimplementasikan *PCK* sehingga pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran dapat disesuaikan dengan spesifikasi substansi konten yang diajarkan (Sintawati & Indriani, 2019)

Hubungan konten dengan teknologi dan pedagogi yang merupakan salah satu komponen *TPACK* akan menimbulkan dampak terhadap guru dan siswa. Seorang guru sebaiknya mengajarkan teknologi pada praktik pembelajaran terhadap perkembangan siswa selama pembelajaran, yang diawali dengan beberapa teknologi sederhana barulah kedalam teknologi yang lebih populer (Rosyid, 2016)

7. Berpikir Kritis

Berpikir kritis merupakan suatu proses dimana seseorang mencoba untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang tidak mudah dijawab secara rasional sementara tidak tersedia informasi yang relevan.

Menurut Elder tahun 2007 menyebutkan ciri-ciri keterampilan berpikir kritis yang dimiliki seseorang, diantaranya:

1. Membuat suatu permasalahan yang dapat dirumuskan secara tepat dan jelas.
2. Menemukan informasi yang relevan dengan menggunakan ide secara efektif.
3. Menarik kesimpulan serta saran yang baik dan dapat diuji pada ketentuan tertentu.
4. Kecenderungan terhadap keterbukaan atas pemikiran dan pengakuan.
5. Mengkomunikasikan pada orang lain terhadap persoalan yang akan diselesaikan.

Peningkatan kemampuan siswa menurut Thompson (2008) peningkatan kemampuan awal atau *lower order thinking* yang digunakan sebagai peningkatan yang dibatasi oleh hal-hal tertentu dan peningkatan kemampuan yang tinggi atau *higher order thinking* agar dapat meninterpretasi bahkan dapat memberikan informasi yang dimanipulasi agar lebih rinci. Menurut Krulik dan Rudnick umumnya tingkat terampil siswa dalam berpikir dibagi pada 4 tingkatan, yakni: berpikir tingkat dasar, berpikir tingkat menghafal, berpikir mengkritis, dan

berpikir kreatif. Berdasarkan peneliti sebelumnya diketahui bahwa tingkat berpikir siswa paling rendah yaitu pada tingkat menghafal yang meliputi tingkat pemikiran yang reflektif atau otomatis (Fatmawati dkk. 2014)

Selanjutnya yakni peningkatan keterampilan awal siswa yang meliputi pemahaman terhadap konsep yang diaplikasikan pada soal. Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan yang termasuk dalam kemampuan tingkat tinggi yang memiliki beberapa kriteria. Kriteria tersebut selaras dengan indikator kemampuan berpikir kritis menurut Ennis 1993, diantaranya: 1) dapat merumuskan suatu persoalan, 2) mencari persoalan sesuai fakta, 3) dapat memilih argumen secara benar, 4) melihat perbedaan dalam segi sudut pandang, 5) dapat ditarik simpulan (Fatmawati dkk. 2014)

8. Materi Sistem Imun

a) Pengertian Sistem Kekebalan Tubuh

Sistem imun atau sistem kekebalan tubuh merupakan organ khusus dalam organisme agar tidak mudah terkena penyakit yang dilakukan oleh sel melalui pengaruh luar biologis. Apabila sistem kekebalan dapat bekerja dengan benar, maka tubuh akan terlindung dari virus dan bakteri yang dapat membunuh dan mengacurkan zat asing dan sel kanker didalam tubuh, dan apabila sistem kekebalan belum bekerja dengan benar perlindungan dalam tubuh akan berkurang (Rizkia, 2019).

b) 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 (Agustina, 2015). Komponen-komponen sistem kekebalan tubuh terdiri atas :

1. Komponen Makrofag

Komponen sel darah putih yaitu makrofag dalam sistem kekebalan tubuh berfungsi pada saat dilakukan fagositosis oleh bakteri atau benda asing dalam tubuh. Fagositosis dapat dilakukakan dengan memakan, menghancurkan serta mengelilingi antigen yang disebut dengan reaksi peradangan. Dalam imunitas adaptif makrofag memiliki peran penting yaitu dapat mengantarkan dan mengambil antigen yang akan dihancurkan, hal tersebut dapat diketahui bahwa

makrofag dapat mengonsumsi partikel dan bakteri. Organ tubuh yang berkaitan dengan aliran darah sebagai tempat makrofag (Agustina, 2015).

2. Limfosit

Limfosit adalah sel darah putih yang memiliki fungsi dapat menghancurkan dan mengidentifikasi antigen yang terbentuk dari sumsum tulang, akan tetapi limfosit dapat mengakibatkan penuaan yang berbeda di setiap tempat. Sel B atau limfosit B yang dapat mengakibatkan penuaan pada bagian sumsum tulang belakang, dan sel T atau limfosit T yang menimbulkan penuaan pada bagian timus (Agustina, 2015).



Gambar 2. 2 Macam-macam Sel Darah Putih

Sumber : (Hisham, 2019)

Limfosit terdiri atas dua tipe, yaitu:

1. Limfosit B atau disebut dengan sel B

Sel B atau limfosit B merupakan suatu organ pada unggas yang mengalami pematangan sebagai tempat pertama kalinya limfosit B ditemukan. Sel B memiliki peran dalam membentuk kekebalan secara humoral dengan bentuk antibodi. Dalam hal ini, sel B atau limfosit B digolongkan menjadi:

- a. Sel B dalam pembelahan yang memiliki fungsi dalam pembentuk memori dan plasma.
- b. Pembentuk plasma yang berfungsi untuk membentuk antibodi
- c. Pembentuk memori digunakan sebagai penguat antigen yang masuk kedalam tubuh dan menstimulasi pembentuk plasma apabila menimbulkan infeksi (Campbell et al., 2010).

2. Sel T

"T" berasal dari kata timus, yaitu suatu kelenjar dalam rongga dada di atas jantung yang berperan dalam pematangan limfosit T setelah diproduksi di sumsum tulang. Sel T dapat dibedakan menjadi tiga jenis berikut:

- a. Sel T sitotoksik, berfungsi menyerang patogen yang masuk ke tubuh
- b. Sel T helper, berfungsi menstimulasi pembentukan jenis sel T lainnya dan sel B plasma untuk melakukan fagositosis.
- c. Sel T supresor, berfungsi menurunkan dan menghentikan respon imun dengan cara menurunkan produksi antibodi (*Campbell et al.*, 2010).

c) Reseptor Antigen

Pada saat dewasa, limfosit akan menghasilkan reseptor antigen yakni berupa susunan khas di bagian permukaan pada limfosit. Reseptor ini mempunyai susunan yang berkaitan dengan susunan antigen misalnya kunci beserta gemboknya (Agustina, 2015).

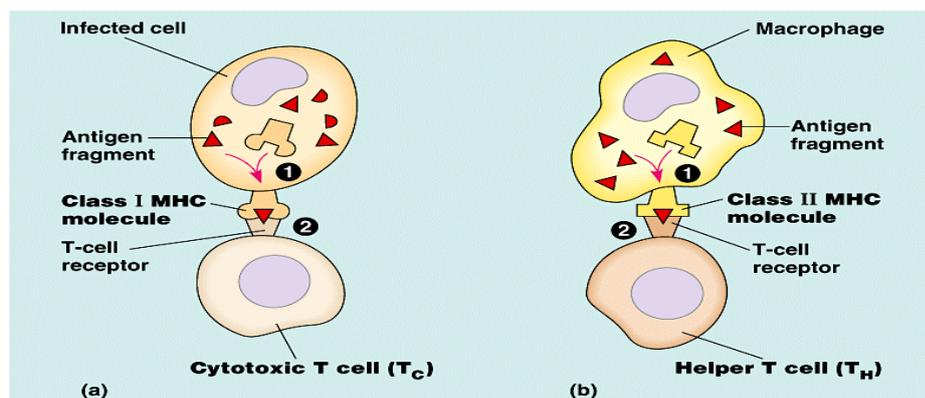
d) Sel-sel Pengangkut Antigen

Ketika antigen masuk dalam sel tubuh, molekul pengangkut yang disebut *Major Histocompatibility Complex* atau MHC akan membawa antigen pada bagian permukaan yang akan menuju limfosit T. *Major Histocompatibility Complex* atau MHC terbagi dalam dua kelas molekul MHC I dan MHC II, masing-masing molekul ini memiliki peran yang berbeda MHC I untuk mengenal antigen bagi sel T pembunuh dan MHC II pengenalan antigen bagi sel T pembantu (Agustina, 2015).

- 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. Protein MHC kelas I terdiri dari dua polipeptida, yaitu rantai membrane integrated alfa (α) yang disandikan oleh gen MHC pada kromosom nomor 6, dan non-covalently associated beta-2 mikroglobulin (β_2m). Rantai α akan melipat dan membentuk alur besar antara domain α_1 dan α_2 yang menjadi tempat penempelan molekul MHC dengan antigen protein. Alur tersebut tertutup pada kedua ujungnya dan peptida yang terikat sekitar 8-10 asam

amino. MHC kelas satu juga memiliki dua α heliks yang menyebar di rantai beta sehingga dapat berikatan dan berinteraksi dengan reseptor sel T.

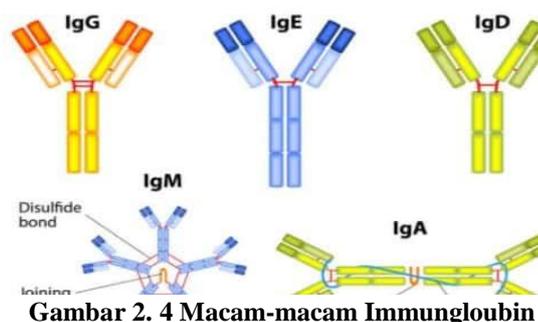
- b. Protein MHC kelas II terdapat pada permukaan sel B, makrofag, sel dendritik, dan beberapa sel penampil antigen (Antigen Presenting Cell atau APC) khusus. Melalui protein MHC kelas II inilah, APC dapat mempresentasikan antigen ke sel-T penolong (T_H) yang akan menstimulasi reaksi inflamatori atau respon antibodi. MHC kelas II ini terdiri dari dua ikatan non kovalen polipeptida integrated-membrane yang disebut α dan β .



Gambar 2. 3 MHC kelas I dan MHC kelas II

e) Antibodi

Antibodi ialah protein sejenis imunoglobulin (Ig) yang dibuat dari plasma limfosit B yang bekerja cepat sebagai respon antigen. Antibodi dapat dibagi kedalam beberapa rantai yakni rantai ringan dan rantai berat tempat paling ujung sebagai tempat pengikatan pada antige yang spesifik (Agustina, 2015). Antibodi dikatakan sebagai serum pada protein globulin, berperan dalam perlindungan terhadap tubuh melalui serangkaian prooses kekebalan atau immune. Immunoglobulin terdiri dari lima ialah IgA, IgD, IgE, IgG, dan IgM (*Campbell et*



Gambar 2. 4 Macam-macam Immunglobulin

Sumber: (DosenPendidikan, 2019)

al., 2010).

1. Immunoglobulin A atau IgA

IgA merupakan antibodi yang melindungi janin pada kandungan terhadap penyakit, apabila bayi baru lahir pemberian ASI digunakan sebagai perlindungan bagi sistem pencernaan. IgA ditemukan pada bagian dalam darah dan bagian tubuh dilapisi oleh lendir memberikan perlindungan kepada bayi terhadap infeksi sampai sistem kekebalan bayi dapat menghasilkan antibodi sendiri (Nurhayati dkk. 2014).

2. Immunoglobulin D atau IgD

IgD bekerja dengan cara menenpelkan terhadap permukaan sel T yang dapat membantu untuk memperoleh antigen, terdapat pada darah, permukaan sel B, dan getah bening (Nurhayati dkk. 2014).

3. Immunoglobulin E atau IgE

Imunoglobulin yang mengalir dalam darah, seperti penyakit alergi. Apabila mempunyai IgE tinggi maka dapat menghancurkan infeksi seperti skistosomiasis (Nurhayati dkk. 2014)

4. Immunoglobulin E atau IgE

Imunoglobulin yang mengalir dalam darah, seperti penyakit alergi. Apabila mempunyai IgE tinggi maka dapat menghancurkan infeksi seperti skistosomiasis (Nurhayati dkk. 2014).

5. Immunoglobulin G atau IgG

Setelah infeksi barulah IgG terbentuk yang beredar dalam darah, usus, dan getah bening. IgG adalah salah satu antibodi untuk dipindahkan plasenta ibu hamil dalam perlindungan terhadap janin yang terinfeksi mengakibatkan kematian. Pemberian perlindungan terhadap bayi terinfeksi hingga kekebalan bayi tersebut akan dihasilkan oleh antibodi itu sendiri (Nurhayati dkk. 2014).

6. Immunoglobulin M atau IgM

Immunoglobulin M merupakan antibodi pertama untuk melawan antigen yang masuk ke dalam tubuh. IgM terdapat dalam darah yang terbentuk pada saat terjadi infeksi, didalam janin IgM dapat memproduksi di rentan usia kehamilan 6

bulan dan apabila ingin mengetahui janin tersebut terinfeksi atau tidak dapat dilihat kadar IgM darah. (Nurhayati dkk. 2014).

f) Mekanisme Sistem Kekebalan Tubuh

1) Pertahanan Tubuh Non Spesifik

Respon non-spesifik adalah respon bawaan terhadap zat asing yang masuk dalam tubuh diakibatkan oleh kerusakan. Respon tubuh non spesifik memiliki beberapa komponen yakni pertahanan kimiawi, pertahanan fisik, pertahanan selular dan pertahanan humoral yang meliputi zat antimikroba dan epitel serta berbagai macam protein. Sel fagosit ialah sel natural killer (NK), makrofag dan sel polimerfonuklear (Nurhayati dkk. 2014).

1. Pertahanan Tubuh Non Spesifik Eksternal

Seperti halnya kulit yang merupakan benteng awal terhadap tubuh yang berfungsi untuk mewujudkan lapisan sel yang telah mati. Kulit dapat menghasilkan keratin yang keras dan kuat, kulit dapat memperoleh keringat dan kelenjar minyak terhadap derajat keasaman sekitar 3-5 untuk mencegah kolonisasi terhadap mikroba yang dapat menghambat sekresi terdapat lisozim berupa enzim. Cairan yang cukup kental yang disekresi terhadap membran mukosa disebut mucus, dalam trakea epitel akan membawa mucus kedalam hingga mikroba tidak akan masuk ke paru paru melewati makanan yang berhadapan pada HCL untuk membunuh bakteri dalam tubuh (*Campbell et al., 2010*).

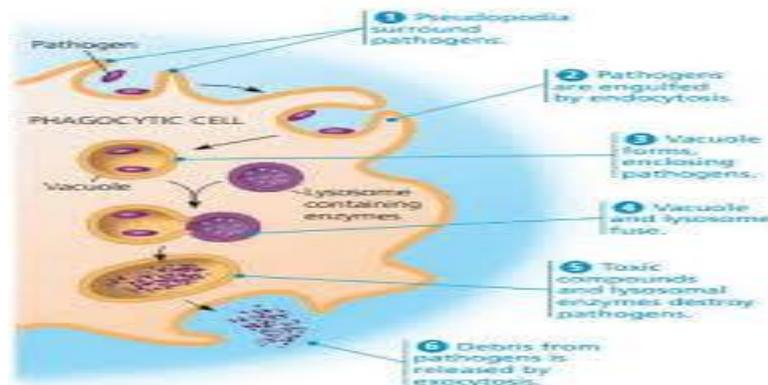
2. Pertahanan Tubuh Non spesifik Internal

Pertahanan non-spesifik internal memiliki peran yang bergantung dari fagositosis, yakni proses penelanan terhadap mikroorganisme terhadap sel darah putih. Mekanisme non spesifik dilakukan terhadap respon peradangan, sel natural killer, dan senyawa antimikroba (*Campbell et al., 2010*).

a. Fagositosis

Neutrofil atau sel darah putih dapat menyerang mikroba dengan bantuan kimiawi sel dan dapat dihancurkan yang diakibatkan oleh infeksi. Sel darah putih memiliki kisaran 60-70% lebih banyak dibandingkan sel darah merah sekitar 5%, tetapi dapat memberi pertahanan terhadap fagosit secara efektif. Apabila terjadi pematangan sel darah merah akan bersikulasi kedalam darah, lalu maju ke

jaringan yang dapat berubah jadi makrofag sel ini dikatakan sama dengan amoeba yang dapat memanjang pseudopodia pada mikroba yang nantinya akan dimusnahkan oleh enzim (Nurhayati et al., 2014).



Gambar 2. 5 Peristiwa Fagositosis

Sumber: (Campbell et al., 2010)

Dalam sel darah putih terdapat 1,5% merupakan eosinofilyang berfungsi terhadap cacing yang parasit dalam tubuh nantinya dapat mengatur pada bagian permukaan cacing tersebut untuk sekresi enzim dan granula untuk memusnahkan cacing tersebut (Campbell et al., 2010).

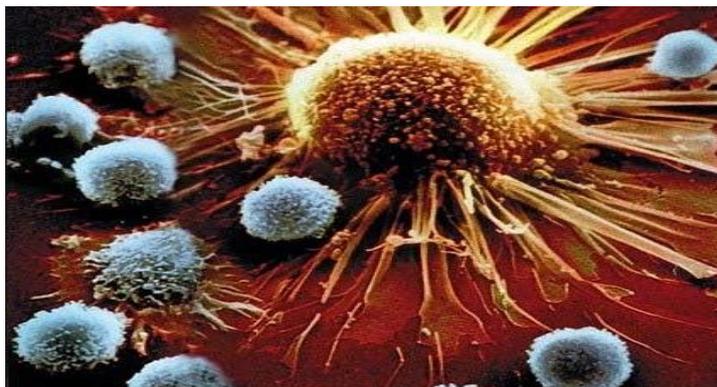
Peristiwa-peristiwa didalam penelanan dan penghancuran mikroba oleh sel-sel fagositik yaitu:

- 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 NK atau Sel Natural Killer

Sel pembunuh atau sel natural killer adalah sel yang tidak dapat menghancurkan mikroorganisme langsung dan bersifat tidak fagositik tetapi dapat membunuh sel membran hingga sel akan pecah/ lisis. Mikroorganisme tersebut dapat menyerang virus untuk pembentukan tumor (Campbell et al., 2010).

Mekanisme kerja sel NK adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Sel NK

Sumber: (Nurhayati, 2015)

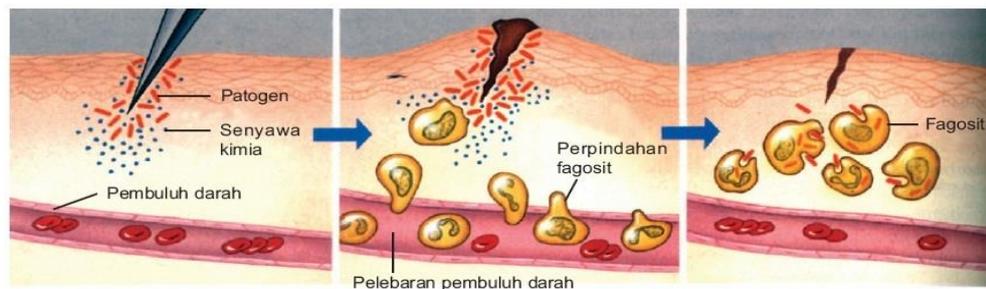
- a. Sel NK bekerja berkeliling mengikuti saluran limfosit menuju seluruh bagian tubuh
- b. Sel NK akan membaca dan mengidentifikasi sinyal mengenai sel-sel asing yang dijumpainya
- c. Sel NK akan mendekati sel asing dan membaca nukleus dari sel asing tersebut
- d. Jika DNA sel asing berbeda dengan DNA 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, misal akibat tergores atau benturan keras. Proses ini dipengaruhi oleh Histamin dan prostaglandin. Histamin yang dihasilkan oleh sel tubuh berperan untuk meningkatkan konsentrasi otot dan permeabilitas dinding pembuluh darah kapiler di sekitar areal yang terinfeksi. Peningkatan aliran darah akan memudahkan perpindahan sel-sel fagosit dari darah ke dalam jaringan yang terluka. Neutrofil merupakan fagosit pertama yang menyelubungi luka selanjutnya monosit berperan dengan berkembang menjadi makrofag yang akan membersihkan sel-sel jaringan yang rusak (*Campbell et al., 2010*).

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

- Magrofag yang teraktivasi dan sel-sel tiang di tempat luka melepaskan molekul-molekul persinyalan yang bekerja pada kapiler-kapiler di dekatnya.
- 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.
- Sel-sel fagositik mencerna pathogen-patogen dan sisa-sisa sel dotempat tersebut dan jaringanpun akan sembuh.



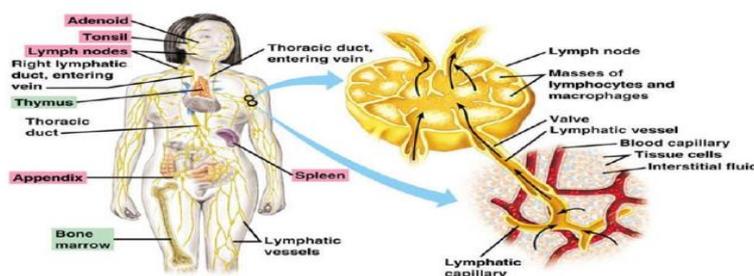
Sumber: *Biology, Campbell*

Gambar 2. 7 Mekanisme Pertahanan Tubuh dengan Respon Inflamatori

Sumber: (Campbell et al., 2010)

4) Protein Anti Mikroba

Pertahanan tubuh non-spesifik diantaranya terdapat protein atau sistem komplementer yang dapat menghancurkan partikel kecil, protein ini diantaranya adalah interleukin dan histamin. Dalam darah protein ini bersifat tidak aktif, apabila aktif dalam darah maka dapat mengakibatkan reaksi gelombang yang tinggi dan lebih aktif berbagai protein lain yang disebut antigen yang dimiliki patogen. Sistem komplementer ini terjadi bila adanya kontak langsung dengan bakteri yang menyatu dan membentuk pori secara lebih kompleks yang dapat mengakibatkan sel mati terhadap patogen. Protein yang komplemen yang aktif dapat merespon pertahanan tubuh atau dapat diartikan sebagai peradangan/



Gambar 2. 8 Sistem Limfatik Manusia

inflamasi (*Campbell et al., 2010*)

Sumber: (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. Didalm nodus limfe, mikroba dan partikel-partikel asing yang ada didalam limfe yang bersirkulasi
- d. Pembuluh-pembuluh limfatik mengembalikan limfe ke darah.

5) Pertahanan Tubuh Spesifik

Pertahanan tubuh pada patogen disebut dengan pertahanan tubuh spesifik dilakukan setelah melalui pertahanan tubuh non-spesifik yang terbentuk dari fungsi antibodi dan antigen hasil pembentukan limfosit terhadap antigen dalam tubuh (Agustina, 2015).

a. Kekebalan Humoral

Melibatkan antibodi dan sel B yang menyebar dalam limfe dan darah untuk mengancurkan racun, virus, partikel kecil, dan bakteri. Kekebaln humoral dalam antibodi sebagai respon patogen doartikan dengan kekebalan secara primer, diantaranya:

1. Virus dapat menetralkan antibodi yang melekat dalam molekul sebagai penginfeksi sel inang pada partikel kecil untuk menetralkan racun hingga dapat di fagositosis terhadap makrofag.
2. Penggumpalan atau aglutinasi adalah proses yang berfungsi sebagai penetralan partikel kecil pada antibodi, melalui tahap aglutinasi yang kompleks akan cepat terhadap fagositosis pada makrofag
3. Proses molekul dimana antigen yang larut dalam pengendapan terhadap antibodi disebut dengan presipitasi yang dapat mudah dalam pembuangan dan pengeluaran antigen terhadap fagositosis.
4. Pengaktifan secara komplemen secara komplek pada antigen dan antibodi disebut dengan fiksasi. Terjadinya infeksi terhadap protein akan membuat

protein awal aktif yang akan menghancurkan sel patogen dan beberapa virus (*Campbell et al., 2010*).

b. Kekebalan Seluler

Dapat bekerja dengan bantuan sel T untuk melakukan penyerangan terhadap jaringan tubuh atau sel apabila menimbulkan infeksi yang berlangsung (Agustina, 2015). Kekebalan tubuh dapat dikelompokkan berdasarkan perolehannya, yaitu:

1. Kekebalan Aktif

Kekebalan aktif merupakan kekebalan yang dihasilkan oleh tubuh itu sendiri, Tubuh membentuk antibodi sendiri karena infeksi antigen. Kekebalan ini dapat diperoleh secara alami dan buatan. Sebagai contoh secara alami melalui penyakit seperti halnya penyakit cacar. Sedangkan cara buatan dengan adanya vaksinasi (imunisasi) terhadap mikroorganisme tertentu dengan cara dimasukkan antigen yang telah dilemahkan atau telah mati kedalam tubuh (*Campbell et al., 2010*).

2. Kekebalan Pasif

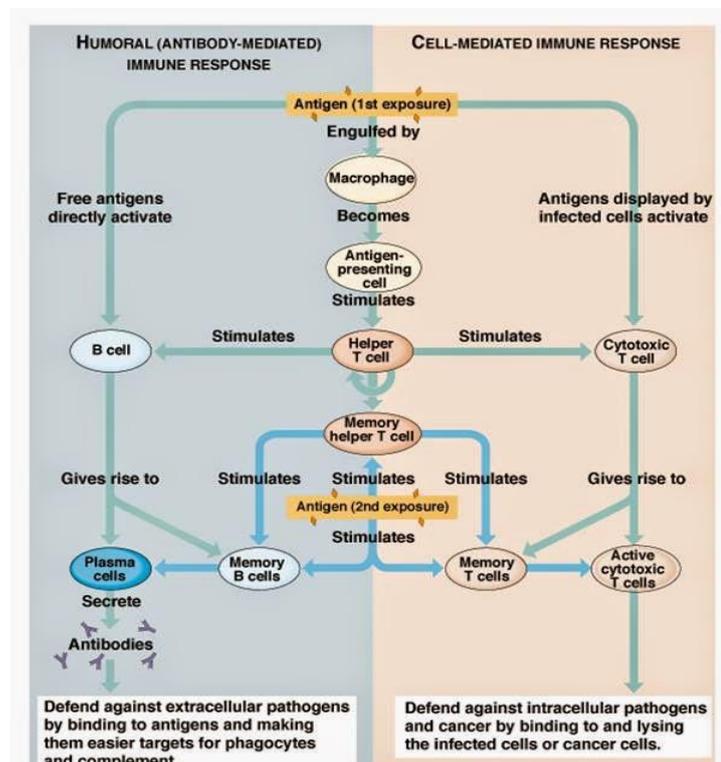
Kekebalan pasif merupakan kekebalan yang diperoleh setelah menerima antibodi dari luar. Kekebalan ini dapat diperoleh dengan cara alami yaitu dengan cara pemberian ASI (Air Susu Ibu) dan secara buatan melalui penyuntikkan antiserum yang mengandung antibodi IgG. Kekebalan pasif buatan ini hanya bertahan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

- e. Sel T berkembang terhadap memori sebagai penguat dan merangsang memori terhadap sel B pada antigen.
- f. Sel plasma yang berkembang jadi sel B penguat dalam antibodi yang akan mensekresi patogen luar yang berikatan dengan antigen hingga menetralkan patogen dalam protein komplemen dan fagosit.
- 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 melisiskan sel-sel yang



Gambar 2. 9 Respon Kekebalan Tubuh

terinfeksi atau sel-sel kanker.

Sumber: (Campbell et al., 2010)

Gangguan Terhadap Sistem Kekebalan Tubuh Kelainan Yang Beragam Pada Sistem Kekebalan:

1. Alergi

Respon kebal pada berbagai antigen atau disebut dengan alergi. Alergi dapat diartikan sebagai suatu respon terhadap antigen atau disebut sebagai alergen. 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 molekul-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. 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 pencangkokan.
- c. Penolakan kronik yaitu hilangnya fungsi organ yang dicangkokkan secara perlahan beberapa bulan setelah berfungsi normal.

3. *Acquired Immunodeficiency Syndrome* atau AIDS

Penyakit yang diakibatkan oleh menurunnya sistem imun akibat infeksi, ada yang bersifat lebih tinggi yakni HIV dapat disebabkan oleh virus pada kasus AIDS yang menyerang sangat cepat untuk menghancurkan sel T. Penyakit AIDS adalah penyakit yang dapat menular diakibatkan oleh menurunnya sindrom kekebalan tubuh.

4. Defisiensi Imun

Penyakit yang diakibatkan pada kekebalan tubuh yang mempengaruhi keturunan atau faktor lain seperti kurangnya nutrisi dan usia lanjut.. gangguan sistem kegagalan ini dapat mencerminkan suatu keturunan pada generasi

berikutnya. Umumnya tidak dapat menghancurkan dan mencerna partikel penyerbu, seperti SCID (*Severe Combined Immunodeficiency*) Apabila seseorang mengalami penyakit SCID diakibatkan oleh kurangnya limfosit T dan limfosit B. Kelainan pada sel B akan menyebabkan kegagalan pada imunitas humoral. Sedangkan kelainan pada sel T akan menyebabkan kegagalan imunitas yang dimediasi oleh sel yang menyebabkan pasien rentan terhadap infeksi virus.

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.

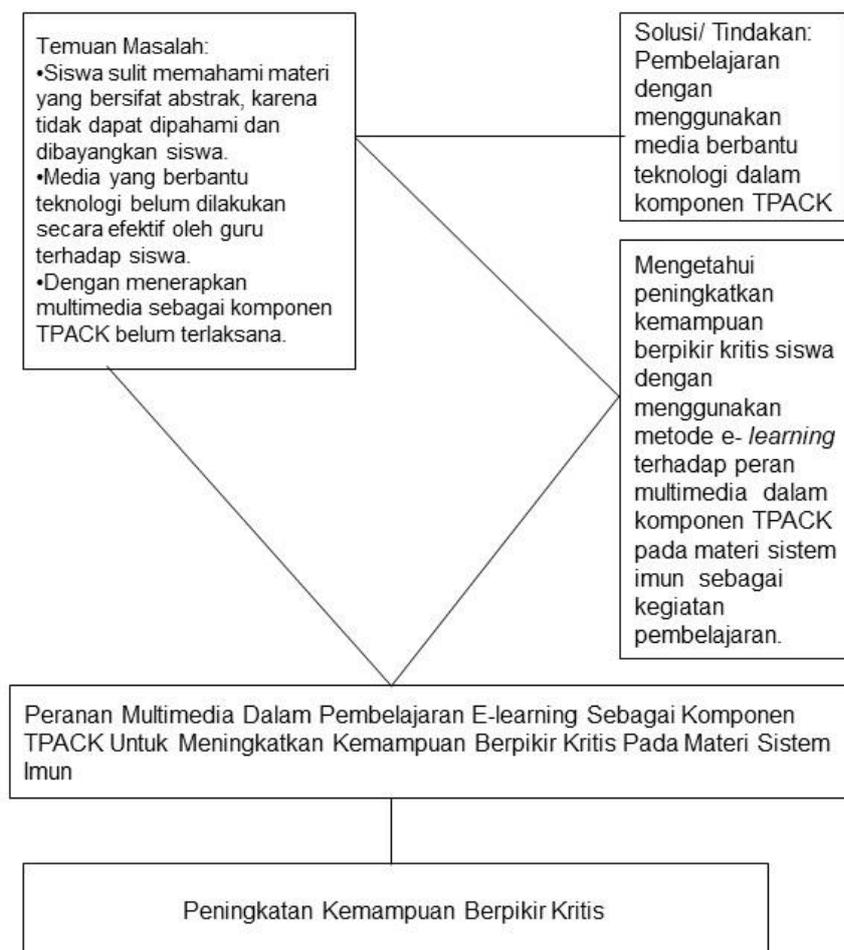
B. Hasil Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Nia Nurdiani, 2019) mengenai Peran LMS Moodle dan MMI dalam dan LMS Moodle dalam komponen *TPACK* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Embriologi Mahasiswa Calon Guru Biologi. Dapat dinyatakan berhasil, karena peran media pembelajaran yang diterapkan terhadap mahasiswa dapat meningkatkan hasil belajar tanpa berbantuan pengajar, media pembelajaran yang lebih berperan dalam pembelajaran.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Tri Wahyuni, 2016) mengenai pengembangan modul multimedia interaktif berbasis e-learning pada pokok bahasan besaran dan satuan di SMA. Dapat dinyatakan berhasil, karena memiliki nilai terhadap hasil belajar yang tinggi.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Nugroho, 2019) mengenai kemampuan berpikir kreatif ditinjau dari *Adversity Quotient* pada pembelajaran *TPACK*. Dapat dinyatakan berhasil, karena dilihat dari kemampuan berpikir kreatif siswa dapat

C. Kerangka Pemikiran



Gambar 2. 10 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan hasil wawancara guru biologi kelas XI didapatkan hasil bahwa materi sistem imun merupakan materi yang bersifat abstrak hingga dapat mempengaruhi kemampuan berpikir kritis siswa, media yang berbasis teknologi belum terlaksana. Permasalahan ini diperlukan perubahan terhadap pembelajaran, sebagai solusinya yaitu dengan menggunakan pembelajaran yang lebih interaktif Pembelajaran interaktif yaitu sistem pembelajaran yang dapat memanfaatkan multimedia seperti komputer untuk membuat dan menggabungkan teks, grafik, audio, gambar bergerak (video dan animasi). Disamping itu, media yang digunakan dalam pembelajaran memiliki peranan penting yakni media sebagai sumber belajar yang digunakan sendiri oleh siswa secara mandiri yang dirancang secara sistematis agar dapat menyalurkan informasi secara terarah untuk mencapai

tujuan pembelajaran yang telah ditentukan (Rusman dkk. 2011 .hlm. 60). Seorang pendidik harus mengembangkan dan memanfaatkan teknologi terhadap materi yang bersifat abstrak/ sulit dipahami dan dibayangkan tersebut, salah satunya dengan menerapkan komponen *TPACK*.

D. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Peneliti dapat mengetahui asumsi yang akan dikemukakan sesuai dengan latar belakang dan teori yang dipaparkan sebelumnya yaitu penggunaan multimedia yang benar dapat memberikan respon baik yaitu dengan adanya pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA. Menurut (Ayu et al., 2019) menyatakan bahwa pemakaian media dalam proses pembelajaran dapat membangkitkan keinginan belajar, minat yang baru, membangkitkan motivasi, merangsang kegiatan belajar, bahkan membawa pengaruh-pengaruh psikologi terhadap siswa.

2. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini yang mengacu pada asumsi dan kerangka pemikiran yakni “Peranan multimedia terhadap kerangka *TPACK* dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem imun”