

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. Belajar dan Pembelajaran

Kegiatan belajar sangat mempengaruhi proses perkembangan manusia terutama dalam pembentukan kepribadian dan perubahan perilaku. Belajar merupakan suatu proses atau upaya yang dilakukan setiap individu untuk mendapatkan perubahan tingkah laku, baik dalam bentuk pengetahuan, keterampilan, sikap dan nilai positif sebagai suatu pengalaman dari berbagai materi yang telah dipelajari (Djamaluddin & Wardana, 2019, hlm. 6). Hal tersebut selaras dengan pendapat Hakim, 2005 (*dalam* Djamaluddin & Wardana, 2019, hlm. 7) yang menyatakan bahwa belajar merupakan suatu proses perubahan di dalam kepribadian manusia yang ditunjukkan dalam bentuk peningkatan kualitas dan kuantitas tingkah laku seperti peningkatan kecakapan, pengetahuan, sikap, kebiasaan, pemahaman, keterampilan, daya pikir, dan kemampuan lainnya. Perubahan tingkah laku dalam kegiatan belajar merupakan tingkah laku yang mengarah ke arah positif. Menurut pendapat Wina, 2008 (*dalam* Setiawan, 2017, hlm. 2) bahwa belajar pada dasarnya adalah suatu proses aktivitas mental seseorang dalam berinteraksi dengan lingkungannya sehingga menghasilkan perubahan tingkah laku yang bersifat positif baik perubahan dalam aspek pengetahuan, sikap, maupun psikomotor.

Belajar juga merupakan perilaku yang mengarahkan pada aktivitas secara psikologi seperti kegiatan berpikir memahami, menyimpulkan, menyimak, menelaah, membandingkan, membedakan, mengungkapkan, serta menganalisis, maupun kegiatan fisiologis seperti penerapan, percobaan, serta menghasilkan suatu produk (Rusman, 2016, hlm. 12 *dalam* Ginting, 2019, hlm. 8). Berdasarkan pengertian tersebut belajar dapat diartikan sebagai proses interaksi seseorang dengan lingkungan yang akhirnya membuat suatu pengalaman hidup. Hal tersebut juga sejalan dengan pendapat Suyono & Hariyanto, 2019, hlm. 9 (*dalam* Setiawan 2017, hlm. 2) bahwa belajar merupakan suatu proses perubahan perilaku struktur kognitif seseorang berdasarkan praktik atau pengalaman tertentu hasil interaksi aktifnya dengan lingkungan dan sumber-sumber pembelajaran yang ada di sekitarnya. Berdasarkan pengertian belajar menurut beberapa ahli, maka dapat

disimpulkan bahwa belajar merupakan suatu kegiatan yang menyebabkan adanya perubahan tingkah laku seseorang ke arah kemajuan yang lebih baik atau, sebagai hasil dari pengalaman seseorang saat berinteraksi dengan lingkungannya. Perubahan tingkah laku tersebut dapat terjadi dari aspek kognitif, afektif, maupun psikomotor.

Belajar merupakan suatu kegiatan yang terencana dan terstruktur, sehingga terdapat beberapa unsur sebagai dasar belajar. Menurut Suryono & Haryanto, 2014, hlm. 127 (*dalam* Setiawan, 2017, hlm. 8) menyatakan bahwa unsur belajar terdiri atas tiga komponen yaitu:

- a. Tujuan belajar. Tujuan belajar yaitu menciptakan suatu arti/makna. Makna tercipta dari pembelajar dengan melihat, mendengar, merasa, dan mengalami proses belajar.
- b. Proses belajar. Proses belajar sebagai proses membangun makna yang berlangsung secara kontinyu, dan bila berhadapan dengan kondisi yang baru maka diadakan rekonstruksi untuk menciptakan pemahaman baru menurut pemahaman dirinya sendiri.
- c. Hasil belajar. Hasil belajar dipengaruhi oleh pengalaman pelajar sebagai hasil interaksi dengan lingkungan. Hasil belajar tergantung pada masing masing pemahaman diri setiap individu.

Kegiatan belajar terutama di sekolah tidak dapat lepas dari istilah pembelajaran. Pembelajaran adalah penyederhanaan dari kata belajar dan mengajar, proses belajar mengajar atau kegiatan belajar mengajar. Secara psikologis pengertian pembelajaran adalah suatu proses yang dilakukan oleh individu untuk memperoleh suatu perubahan perilaku secara menyeluruh, sebagai hasil dari interaksi individu itu dengan lingkungannya (Setiawan, 2017, hlm. 20). Hal tersebut selaras dengan pendapat Suyono & Haryanto, 2014, hlm. 183 (*dalam* Setiawan, 2017, hlm. 21) yang mengatakan bahwa pembelajaran identik dengan pengajaran, suatu kegiatan dimana guru mengajar atau membimbing peserta didik menuju proses pendewasaan diri.

Dari uraian tersebut, diketahui bahwa pembelajaran pada dasarnya adalah suatu proses yang dilakukan oleh individu dengan bantuan guru untuk memperoleh

perubahan perilaku menuju pendewasaan diri secara menyeluruh sebagai hasil dari interaksi individu dengan lingkungannya (Setiawan, 2017, hlm. 21).

2. Kemampuan Analisis

Dalam kehidupan setiap manusia pasti memiliki permasalahan. Begitu pula peserta didik yang tidak luput dari masalah belajar dan pembelajaran. Permasalahan tersebut merupakan suatu persoalan peserta didik dalam mempelajari materi yang harus diselesaikan dengan cara meningkatkan kemampuan analisis. Kemampuan analisis adalah salah satu unsur dalam ranah kognitif C4 menurut Anderson & Krathwohl, 2001, hlm. 66 (*dalam* Gunawan & Palupi, 2017, hlm. 105).

Menurut Anderson & Krathwohl, 2001 (*dalam* Gunawan & Palupi, 2017, hlm. 106) menganalisis merupakan memecahkan suatu permasalahan dengan memisahkan tiap-tiap bagian dari permasalahan dan mencari keterkaitan dari tiap-tiap bagian tersebut dan mencari tahu bagaimana keterkaitan tersebut dapat menimbulkan permasalahan. Hal tersebut sejalan dengan pengertian berpikir analisis menurut Setiawan (2017, hlm. 26) bahwa analisis merupakan kemampuan untuk mengidentifikasi maksud dan hubungan kesimpulan yang benar diantara pernyataan, pertanyaan, konsep, gambaran, atau bentuk lain yang mewakili untuk mengungkapkan keyakinan, pendapat, pengalaman, alasan, informasi atau opini. Kemampuan analisis peserta didik cenderung memiliki kemampuan masalah, rasa ingin tahu yang tinggi, aktif dan kreatif dibandingkan peserta didik yang memiliki kemampuan analisis rendah. Dengan kemampuan analisis yang tinggi akan berdampak pada hasil belajar yang baik dibandingkan dengan peserta didik yang memiliki kemampuan analisis rendah (Mukti, *et al.*, 2020, hlm. 121-131).

Kemampuan analisis merupakan jenis kemampuan yang banyak dituntut dari kegiatan pembelajaran di sekola-sekolah. Tuntutan terhadap peserta didik untuk memiliki kemampuan menganalisis sering kali cenderung lebih penting daripada dimensi kognitif yang lain seperti mengevaluasi dan menciptakan (Gunawan & Palupi, 2017, hlm. 106). Kemampuan menganalisis banyak dituntut dalam pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan peserta didik, diantaranya (Anderson & Krathwohl, 2015, hlm. 99-128) :

- a. Membedakan peristiwa yang benar terjadi dengan pendapat individu yang masih diragukan kebenarannya.

- b. Mengaitkan pertanyaan dengan jawaban yang membentuk sebuah kesimpulan.
- c. Membedakan kesesuaian materi yang dipelajari.
- d. Menghubungkan beberapa rancangan yang tersusun dalam pikiran.
- e. Memahami suatu gagasan.
- f. Membedakan suatu gagasan pokok dan turunannya.
- g. Menemukan bukti pendukung tujuan-tujuan pengarang.

Kemampuan menganalisis dapat dikategorikan ke dalam beberapa proses kognitif, dapat dilihat pada tabel 2.1 (Anderson & Krathwohl, 2015, hlm. 66-88).

Tabel 2.1 Kategori Proses Kognitif pada Kemampuan Menganalisa

Kategori Proses Kognitif	Kata Kerja Operasional	Definisi
		Menganalisis : memecah-mecah materi jadi bagian-bagian penyusunnya dan menentukan hubungan-hubungan antar bagian itu dan hubungan antara bagian-bagian tersebut dengan keseluruhan struktur atau tujuan.
Membedakan	Menyendirikan	Membedakan bagian materi pelajaran yang relevan dan tidak relevan.
	Memilah	
	Memfokuskan	
	Memilih	
Mengorganisasi	Menemukan koherensi	Menentukan bagaimana elemen-elemen bekerja atau berfungsi dalam sebuah struktur.
	Memadukan	
	Membuat garis besar	
	Mendeskripsikan peran	
	Menstrukturkan	
Mengatribusikan	Mendekonstruksi	Menentukan sudut pandang, bias, nilai, atau maksud dibalik materi pelajaran

Sumber : Anderson & Krathwohl, 2015, hlm. 66-88.

3. Multimedia Interaktif

Multimedia kombinasi merupakan berbagai media seperti teks, gambar, suara, animasi, video dan lain-lain secara terpadu dan sinergis melalui komputer atau peralatan elektronik lain untuk mencapai tujuan tertentu (Surjono, 2017, hlm. 21). Pengertian interaktif menurut Warsita 2008, hlm. 156 (*dalam* Tarigan & Siagian, 2015, hlm. 190) terkait dengan komunikasi dua arah. Komponen komunikasi dalam multimedia interaktif adalah hubungan antara manusia (sebagai

pengguna produk) dan komputer (*software/aplikasi*). Dengan demikian produk yang diharapkan memiliki hubungan dua arah/timbal balik antara *software/aplikasi* dengan penggunanya.

Multimedia interaktif merupakan suatu multimedia yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna, sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Contoh multimedia interaktif adalah multimedia pembelajaran interaktif, aplikasi game, dan sebagainya (Manurung, 2020, hlm. 3). Multimedia interaktif seringkali dipakai dalam proses pembelajaran karena dinilai mampu meningkatkan daya imajinasi peserta didik sehingga materi bersifat abstrak lebih mudah dipahami.

Manfaat penggunaan multimedia interaktif berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tarigan & Siagian (2015, hlm. 197) mengatakan bahwa multimedia interaktif menyajikan konsep yang mudah dipahami, dipelajari, dan sistematis. Multimedia interaktif memberi kesempatan pada peserta didik untuk belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing, belajar lebih cepat, mandiri, dan tidak menimbulkan kebosanan karena dilengkapi dengan gambar-gambar dan animasi. Pembelajaran dengan menggunakan multimedia interaktif juga memiliki tingkat keefektifan yang tinggi dari pada penggunaan media yang dikembangkan dengan *microsoft power point*.

Menurut Surjono (2017, hlm. 49-51) multimedia interaktif memiliki beberapa strategi penyajian materi yaitu metode *drill-and-practice*, metode tutorial, metode simulasi, dan metode *games*. Metode *drill-and-practice* berisi rangkaian soal-soal latihan guna meningkatkan keterampilan dan kecepatan berpikir pada mata pelajaran tertentu. Dalam metode tutorial, komputer berperan layaknya sebagai guru. Peserta didik harus berpartisipasi aktif dalam proses belajarnya dengan berinteraksi dengan komputer. Metode simulasi merupakan suatu model dari situasi, objek, kejadian sesungguhnya. Peserta didik seolah-olah terlibat dan mengalami kejadian sesungguhnya dan umpan balik diberikan sebagai akibat dari keputusan yang diberikannya. Metode *games* dalam metode permainan yang dapat diakomodasi dalam multimedia interaktif yang bersifat edukatif.

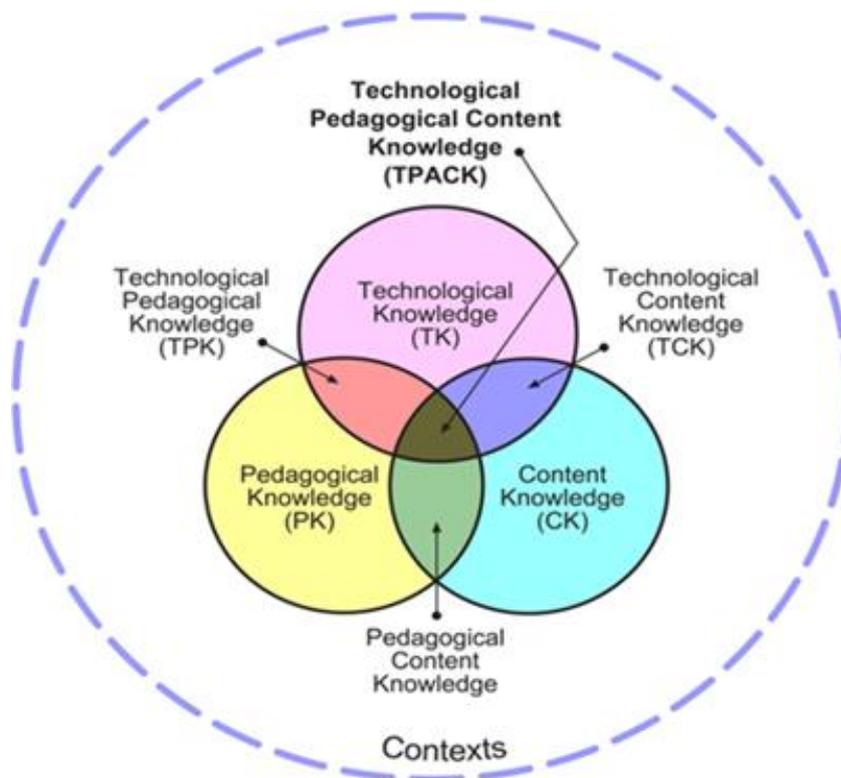
Dalam penelitian ini multimedia interaktif dikembangkan dengan menggunakan aplikasi *Articulate Storyline 3.0*. Aplikasi ini merupakan sebuah

perangkat lunak (*software*) yang menyajikan fitur-fitur seperti video, gambar, animasi, foto audio dan lain-lain. *Articulate storyline* memiliki fungsi yang hampir sama dengan aplikasi *microsoft power point* yaitu sebagai perangkat yang digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran. *Articulate storyline* memiliki beberapa kelebihan yang menarik untuk dapat menunjang proses pembelajaran, (1) dapat dibuat sendiri dengan mudah, baik yang sudah berpengalaman maupun belum, (2) dapat memasukkan beberapa bentuk file, seperti teks, gambar, video, animasi, dan sebagainya, (3) bisa berbentuk audio dan visual, suara dan gambar bisa dibuat di dalam *articulate storyline*, (4) terdapat aplikasi pembuatan quiz tanpa mengunggah file yang berada di luar, dan (5) memberikan konten yang interaktif lebih melibatkan peserta didik dalam pembelajaran. (Indriani, dkk., 2021, hlm. 28). Selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Setyaningsih, dkk., (2020, hlm. 154) pembelajaran menggunakan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan *Articulate Storyline 3.0* dinilai dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik. Dalam penelitian ini pembuatan multimedia interaktif didukung dengan animasi menarik dan *tools* yang dapat dipakai sehingga peserta didik dapat berinteraksi secara langsung dengan media tersebut, sehingga materi yang bersifat abstrak dan mikroskopis dapat dipahami dengan bantuan animasi tersebut.

4. *Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK)*

Koehler & Mishra (2006, hlm. 62) pertama kali memperkenalkan *framework Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK)*, bermula dari konsep Shulman (1986, hlm. 9-10) mengenai *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*. Mishra & Koehler menambahkan komponen Teknologi ke dalam *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*. *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* adalah sebuah *framework* (kerangka kerja) yang kompleks interaksi antara pengetahuan guru mengenai konten (*Content*), Pedagogik (*Pedagogy*), dan Teknologi (*Technology*) (Chuang, 2011, hlm 101). Penerapan kerangka kerja *TPACK* memungkinkan guru untuk mengembangkan lingkungan pembelajaran yang lebih baik dengan memanfaatkan teknologi melalui cara yang cerdas, menarik, dan bermanfaat, serta memungkinkan guru untuk

mengintegrasikan teknologi yang tepat untuk membantu mengaplikasikan pengetahuan pedagogisnya dalam mengajarkan sebuah konten materi subjek tertentu (Mishra & Koehler, 2006, *dalam* Nurdiani, 2019, hlm. 5).



Gambar 2.1 Komponen *TPACK*

Sumber : <http://tpack.org/>

Ada tujuh komponen dari *Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK)*, yaitu *Content Knowledge (CK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)*, *Technology Knowledge (TK)*, *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*, *Technological Content Knowledge (TCK)*, dan *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*, *Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK)* (Mishra & Koehler, 2006; Koehler & Mishra, 2009; Koehler dkk, 2013; Nurdiani, 2020, hlm.104)

a. *Content Knowledge (CK)*

Content Knowledge (CK) adalah pengetahuan penguasaan guru terhadap materi pelajaran atau substansi materi menggunakan teknologi (Sintawati & Indriani, 2019, hlm. 420).

b. *Pedagogical Knowledge (PK)*

Pedagogical Knowledge (PK) merupakan pengetahuan guru tentang karakteristik peserta didik, pengembangan rencana pembelajaran dan evaluasi hasil belajar, dan metode/strategi/model pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran. *PK* juga meliputi kemampuan untuk mengadaptasi dan mempelajari metode pembelajaran terbaru atau malah dapat menciptakan strategi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan kelas (Sintawati & Indriani, 2019, hlm. 420).

c. *Technology Knowledge (TK)*

Technological Knowledge (TK) adalah pengetahuan tentang apa dan bagaimana teknologi, software, atau aplikasi yang dapat digunakan dalam pembelajaran. *TK* juga meliputi kemampuan untuk mengadaptasi dan mempelajari teknologi baru (Sintawati & Indriani, 2019, hlm. 420).

d. *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*

Pedagogical Content Knowledge (PCK) merupakan kemampuan dalam menyampaikan materi kepada peserta didik. Dalam menyampaikan materi, 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 peserta didik, karena tidak semua strategi cocok digunakan di semua materi (Sintawati & Indriani, 2019, hlm. 421).

e. *Technological Content Knowledge (TCK)*

Technological Content Knowledge (TCK) merupakan kemampuan guru menyampaikan materi menggunakan teknologi. *TCK* adalah cara guru untuk 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 sehingga mampu mengubah *mindset* peserta didik (Sintawati & Indriani, 2019, hlm. 420).

f. *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*

Technological Pedagogical Knowledge (TPK) mengidentifikasi hubungan timbal balik antara teknologi dan pedagogi. *TPK* merupakan kemampuan guru dalam memiliki dan memanfaatkan teknologi yang tepat untuk mendukung

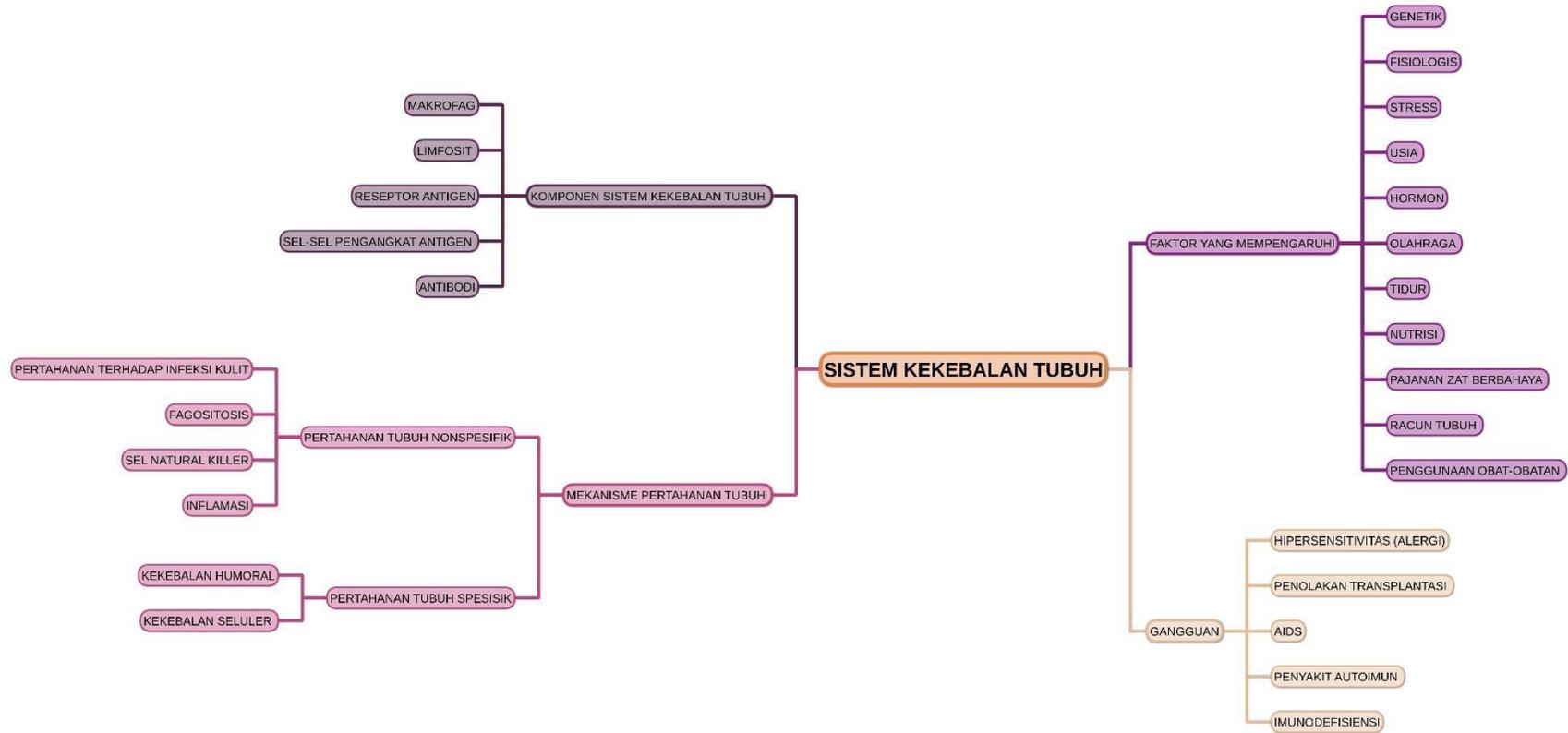
penerapan berbagai perangkat pembelajaran yang digunakan (Sintawati & Indriani, 2019, hlm. 421).

g. *Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK)*

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 mata pelajaran. *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 pembelajarn yang dimaksud bukan hanya mengutamakan penguasaan kognitif, melainkan juga sikap dan pembentukan karakter peserta didik (Rusman, 2015 dalam Sintawati & Indriani, 2019, hlm. 421).

5. Analisis Materi tentang Sistem Kekebalan Tubuh Berdasarkan KD 3.14

miMind



Gambar 2.2. Peta Konsep Sistem Kekebalan Tubuh

a. Definisi

Sistem Pertahanan Tubuh (Sistem Imunitas) adalah sistem pertahanan yang berkenan dalam mengenal, menghancurkan serta menetralkan benda-benda asing atau sel-sel abnormal yang berpotensi merugikan bagi tubuh. Sedangkan Imunitas (kekebalan) adalah kemampuan tubuh untuk menahan atau menghilangkan benda asing serta sel-sel abnormal (Purnamasari, 2020, hlm. 8-9). Fungsi dari sistem kekebalan tubuh, yaitu (Purnamasari, 2020, hlm. 8-9) :

- 1) Mempertahankan tubuh dari patogen invasif (dapat masuk ke dalam sel inang), misalnya virus dan bakteri.
- 2) Melindungi tubuh terhadap suatu agen dari lingkungan eksternal yang berasal dari tumbuhan dan hewan (makanan tertentu, serbuk sari dan rambut binatang), serta zat kimia (obat-obatan dan polutan).
- 3) Menyingkirkan sel-sel yang sudah rusak akibat suatu penyakit atau cedera, sehingga memudahkan penyembuhan luka dan perbaikan jaringan.
- 4) Mengenali dan menghancurkan sel abnormal (mutan) seperti kanker.

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. Antigen merupakan bahan-bahan asing yang masuk ke dalam tubuh (Purnamasari, 2020, hlm. 9). 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, hlm. 13). Komponen-komponen sistem kekebalan tubuh terdiri atas (Purnamasari, 2020, hlm. 9):

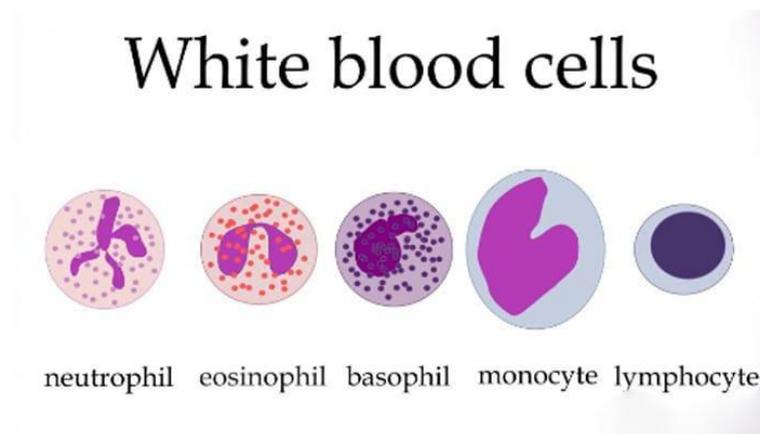
1) Makrofag

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 asbes, dan bakteri. Makrofag berada ditempat seperti daerah paru-paru yang menerima udara dari luar (Agustina, 2015, hlm. 15).

2) Limfosit

Antigen penyerbu akan diidentifikasi serta dihancurkan oleh sel darah putih. Limfosit-limfosit tersebut akan dibentuk di dalam sumsum tulang, ketika mereka mengalami pendewasaan terjadi di dua tempat yang berbeda. Limfosit B (sel B) mengalami pendewasaan di sumsum tulang belakang, limfosit T (sel T) di timus (Agustina, 2015, hlm. 16).



Gambar 2.3 Sel Darah Putih

Sumber : Pelajaran.co.id

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 (Campbell *et al.*, 2010, hlm. 96).

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 antibodi oleh sel B plasma sel T diproduksi di sumsum

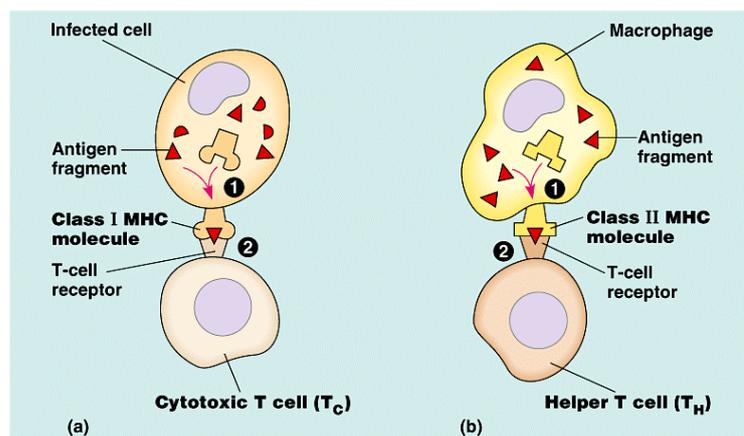
tulang belakang "T" berasal dari kata timus, yaitu suatu kelenjar dalam rongga dada di atas jantung yang berperan dalam pematangan limfosit (Campbell *et al.*, 2010, hlm. 98).

3) Reseptor Antigen

Kekhususan spesifikasi merupakan ciri imunitas. Spesifikasi merupakan antigen tertentu yang mampu dilawan oleh zat antibodi. Ketika umur dewasa limfosit akan memproduksi satu reseptor antigen saja. Struktur pada reseptor antigen sangat spesifik seperti pada kunci dan gemboknya reseptor antigen dapat diproduksi banyak oleh limfosit (Agustina, 2015, hlm. 20).

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, hlm. 21).



Gambar 2.4 MHC Kelas I dan II

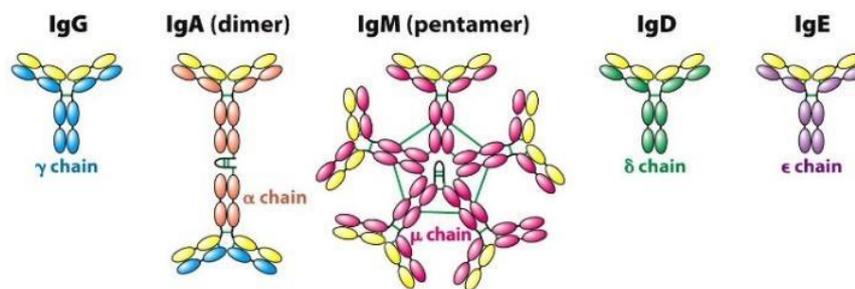
Sumber : Campbell *et al.*, 2010, hlm. 100)

5) Antibodi

Sel limfosit B hanya dibuat oleh antibodi. Antibodi merupakan protein yang bekerja sebagai respon antigen, antibodi merupakan protein jenis *imunoglobulin*

(Ig) atau serum protein globulin. Rantai berat dan rantai ringan pada akhirnya ditempatkan di antigen spesifik (Agustina, 2015, hlm. 25). 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, hlm. 106).

Antibodi bertempat pada cairan tubuh atau didalam darah sebagai bentuk respon sistem kekebalan tubuh terhadap antigen asing. Sel akan cepat merespon ketika pembentukan antibodi yang dapat merangsang pelepasan-pelepasan antibodi ke dalam darah, yaitu limfosit B, limfosit T, dan makrofag lalu pembentukan antibodi lain IgG, IgA, IgD, dan IgE (Agustina, 2015, hlm. 30).



Gambar 2.5 Bentuk-bentuk Immunoglobulin

Sumber : <https://www.dictio.id>

Keterangan Gambar (Purnamasari, 2020, hlm. 13)

- Immunoglobulin G (IgG), jumlah paling banyak sekitar 80%. Jumlahnya akan lebih besar setelah pajanan pertama.
- Immunoglobulin D (IgD), membantu memicu respons imunitas, jumlah sedikit.
- Immunoglobulin E (IgE), menyebabkan pelepasan histamin dan mediator kimia lain.
- Immunoglobulin A (IgA), melawan mikroorganisme, banyak terdapat pada zat ekskresi seperti keringat, ASI, dan ludah.
- Immunoglobulin M (IgM), antibodi pertama yang tiba di lokasi infeksi, menetap di pembuluh darah

c. Mekanisme Pertahanan Tubuh

Mekanisme pertahanan tubuh merupakan imunitas bawaan sejak lahir, berupa komponen normal tubuh yang selalu ditemukan pada individu sehat, dan siap mencegah serta menyingkirkan dengan cepat antigen yang masuk ke dalam tubuh. Tubuh manusia memiliki dua macam mekanisme pertahanan tubuh, yaitu pertahanan non Spesifik (alamiah) dan pertahanan tubuh spesifik (adaptif) (Purnamasari, 2020, hlm. 9).

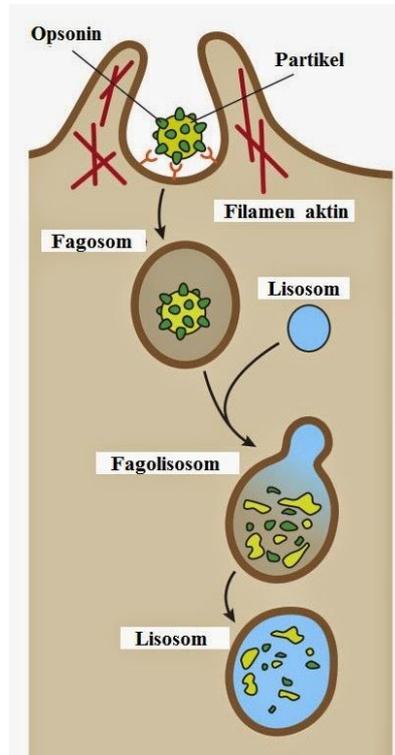
1) Pertahanan Tubuh Nonspesifik

a) Pertahanan Fisik, Kimia, dan Mekanis terhadap Agen Infeksi Kulit yang Sehat dan Utuh

Kulit dapat dikatakan sebagai jalan utama yang harus dihadapi patogen sebelum masuk kedalam 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 keratin 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, hlm. 107).

b) Fagositosis

Fagositosis merupakan garis pertahanan ke-2 bagi tubuh melalui proses penelanan dan pencernaan mikroorganisme dan toksin yang berhasil masuk ke dalam tubuh. Proses ini dilakukan oleh neutrofil dan makrofag, yang bergerak secara kemotaksis (dipengaruhi oleh zat kimia). Makrofag dibedakan menjadi makrofag jaringan ikat. Makrofag dan prekursornya (monosit) dan Sistem makrofag mononuklear (Purnamasari, 2020, hlm. 9-10).



Gambar 2.6 Fagositosis

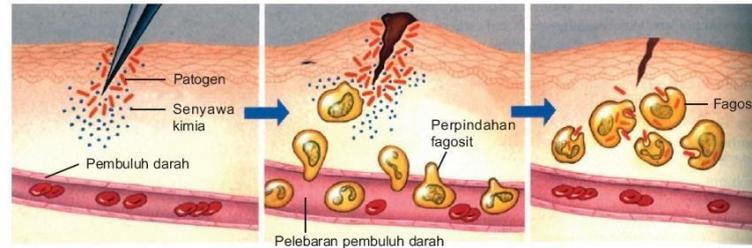
Sumber : kejarcita.com

c) Sel Natural Killer

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; melainkan menyerang membran sel sehingga sel tersebut lisis (pecah) (Campbell *et al.*, 2010, hlm. 104).

d) Inflamasi (Peradangan)

Inflamasi adalah reaksi lokal jaringan terhadap infeksi atau cedera, yang ditandai dengan kemerahan, panas, pembengkakan, nyeri, dan kehilangan fungsi. Tujuannya untuk membawa fagosit dan protein plasma ke jaringan yang terinfeksi untuk mengisolasi, menghancurkan, menginaktifkan agen penyerang, membersihkan debris, serta mempersiapkan penyembuhan dan perbaikan jaringan (Purnamasari, 2020, hlm. 10)



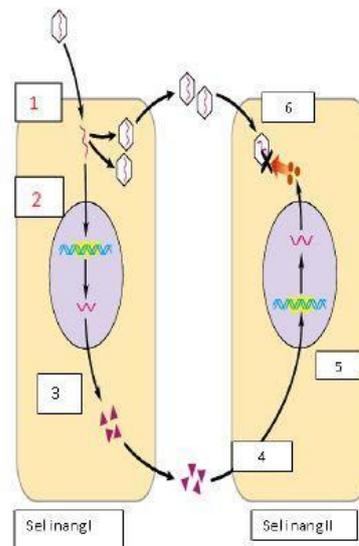
Sumber: *Biology, Campbell*

Gambar 2.7 Pertahanan Saat Terjadi Luka

Sumber : <https://www.nafiun.com>

e) Zat Antimikroba Spesifik yang Diproduksi Tubuh

Zat antimikroba terdiri dari Interferon, yaitu protein antivirus yang berfungsi menghalangi multiplikasi virus dan Komplemen, yaitu protein plasma yang tidak aktif dan dapat diaktifkan oleh berbagai bahan dari antigen (Purnamasari, 2020, hlm. 11).



Gambar 2.8 Mekanisme Interferon

Sumber : <https://www.bospedia.com>

2) Pertahanan Tubuh Spesifik (Adaptif)

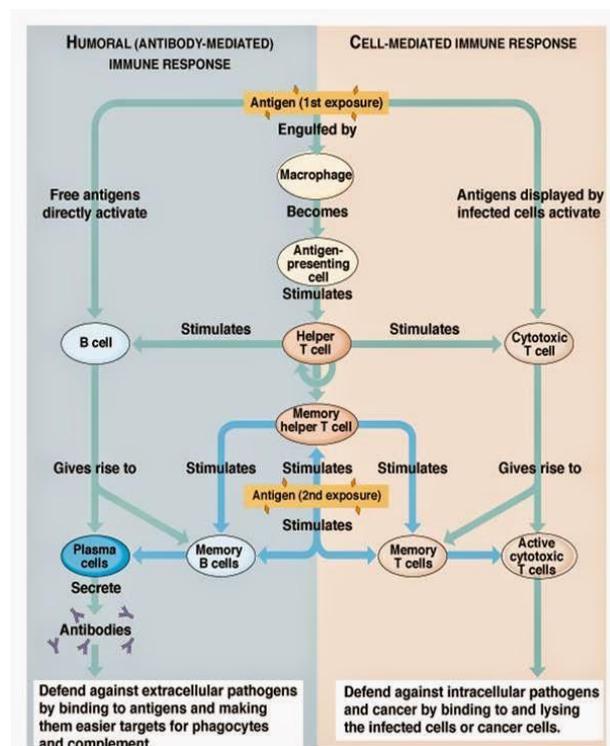
Sistem pertahanan tubuh spesifik merupakan sistem kompleks yang memberikan respons imun terhadap antigen yang spesifik, misalnya bakteri, virus, dan toksin yang dianggap asing. Pertahanan tubuh akan mulai bekerja Ketika patogen sudah melewati sistem pertahanan tubuh nonspesifik. Adanya antigen dan antibodi akan membentuk sistem kekebalan tubuh (Agustina, 2015, hlm. 24).

a) Kekebalan Humoral

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

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, hlm. 26). Terdapat 2 macam kekebalan tubuh, yaitu kekebalan aktif dan pasif (Campbell *et al.*, 2010, hlm. 103).



Gambar 2.9 Respon Kekebalan Tubuh

Sumber : Campbell *et al.*, 2010, hlm. 103

d. Faktor yang Mempengaruhi Sistem Kekebalan Tubuh

Sistem kekebalan tubuh yang kuat menjadi salah satu faktor yang berperan mencegah seseorang terpapar virus, termasuk corona. Maka perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi sistem kekebalan tubuh yaitu genetik, fisiologis, stress, usia, hormon, olahraga, tidur, nutrisi, paparan zat bahaya, racun tubuh, dan penggunaan obat-obatan (Purnamasari, 2020, hlm. 19-20).

e. Gangguan Sistem Kekebalan Tubuh

- 1) Hipersensitivitas (Alergi), adalah peningkatan sensitivitas atau reaktivitas terhadap antigen yang pernah dipajankan sebelumnya. Terjadi pada beberapa orang saja dan tidak terlalu membahayakan tubuh. Gejala reaksi Alergi, yaitu gatal-gatal, ruam, mata merah, sulit bernafas, kram berlebihan, serum sickness dan steven Johnson syndrome (alergi pada kelenjar kulit dan mukosa yang berbahaya dan dapat menimbulkan kematian) (Purnamasari, 2020, hlm. 21).
- 2) Penolakan Transplantasi, terjadi ketika jaringan yang ditransplantasi ditolak 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 (Purnamasari, 2020, hlm. 21).
- 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. HIV yang masuk ke dalam tubuh akan menginfeksi dan menghancurkan sel CD4 yang merupakan bagian dari sel darah putih. Semakin sedikit sel CD4 maka semakin lemah pula sistem kekebalan tubuh seseorang. Penularan HIV dapat terjadi melalui hubungan seks, berbagi jarum suntik dan transfusi darah (Purnamasari, 2020, hlm. 21).
- 4) Penyakit Autoimun, adalah kegagalan sistem imunitas untuk membedakan sel tubuh dengan sel inang sehingga sistem imunitas menyerang sel tubuh sendiri. Contoh kelainan yang terjadi akibat autoimunitas yaitu diabetes melitus, *myasthenia gravis*, dan *addison's disease* (Purnamasari, 2020, hlm. 21).



Gambar 2.10 Penyakit Autoimun

Sumber : kitabisa.com

- 5) Imunodefisiensi, adalah kondisi menurunnya keefektifan sistem imunitas atau ketidakmampuan sistem imunitas untuk merespon antigen. Contoh: defisiensi imun kongenital dan AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*) (Purnamasari, 2020, hlm. 21).

B. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

Keterangan	Penelitian 1	Penelitian 2
Peneliti	Nurdiani, dkk., 2021	Dewi, 2021
Judul	Membangun Kemampuan <i>TPACKing</i> Calon Guru Biologi Serta Implementasinya pada Pembelajaran di Sekolah	Perbandingan <i>Articulate</i> dan <i>Power Point</i> Interaktif sebagai Teknologi Penunjang <i>TPACK</i> untuk Meningkatkan Kemampuan Analisis Materi Sistem Saraf
Model	Model Pelatihan <i>TPACK-ICODPR</i>	Model <i>E-learning</i>
Hasil	Multimedia interaktif yang dikembangkan untuk mengubah representasi bahan ajar sistem saraf ini sangat memadai dalam memberikan penjelasan materi, memberikan kemudahan pemahaman materi serta menarik minat peserta didik.	<i>Articulate Storyline 3</i> dalam rangkaian pembelajaran <i>TPACK</i> dapat meningkatkan kemampuan analisis (membedakan, mengorganisasikan, dan mengatribusikan) materi sistem saraf.
Persamaan	Pembelajaran dengan menggunakan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan <i>Articulate Storyline</i> pada materi sistem saraf	Pembelajaran dengan menggunakan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan <i>Articulate Storyline</i> pada materi sistem saraf
Perbedaan	Model yang digunakan yaitu model pelatihan <i>TPACK_ICODPR</i>	Model yang digunakan yaitu model <i>E-Learning</i>

Hasil penelitian terdahulu yang menggunakan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan *Articulate Storyline* sebagai komponen *TPACK* dalam pembelajaran menyatakan bahwa kerangka kerja *TPACK* efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep secara signifikan serta membantu mengatasi kesulitan pendidik dalam mengajar, sehingga peserta didik dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan (Nurdiani, 2021, dkk., hlm. 50). Hasil penelitian lain

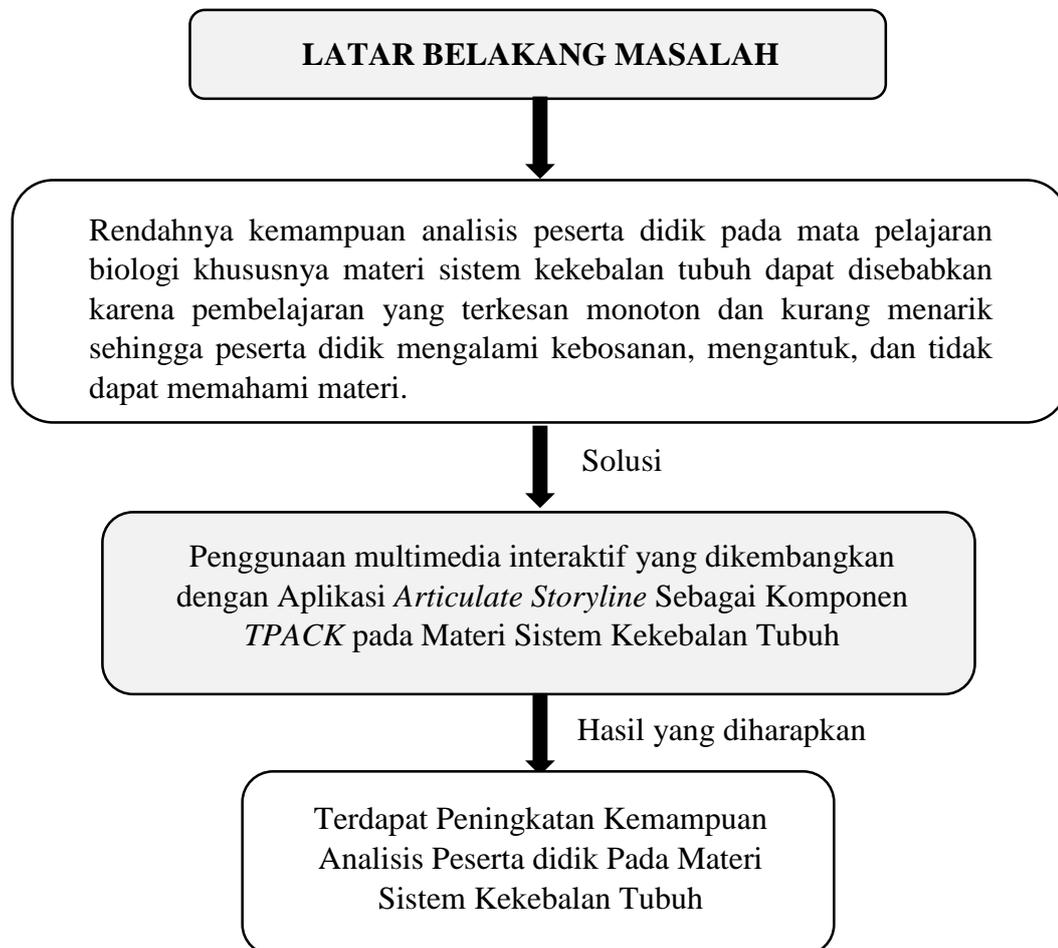
menunjukkan bahwa dengan pembelajaran yang menggunakan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan *Articulate Storyline* dapat meningkatkan kemampuan analisis peserta didik pada materi sistem saraf (Dewi, 2021, hlm. 102).

Kedua penelitian terdahulu memiliki persamaan yaitu menggunakan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan *Articulate Storyline* sebagai komponen *TPACK*, namun dengan hasil yang berbeda. Perbedaan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan *Articulate Storyline* sebagai komponen *TPACK* dalam pembelajaran dapat menjadi solusi dalam permasalahan pembelajaran. Selain itu, belum adanya informasi yang memadai mengenai implementasi multimedia interaktif yang dikembangkan dengan *Articulate Storyline* sebagai komponen *TPACK* pada materi sistem kekebalan tubuh khususnya dalam meningkatkan kemampuan analisis peserta didik. Maka penelitian ini dirasa penting dan perlu untuk dilaksanakan dengan judul “Meningkatkan Kemampuan Analisis Peserta Didik pada Materi Sistem Kekebalan Tubuh melalui Implementasi Pengembangan Multimedia dengan *Articulate Storyline* sebagai Komponen *TPACK*”.

C. Kerangka Pemikiran

Mata Pelajaran Biologi menjadi salah satu Ilmu Pengetahuan Alam yang cakupannya sangat luas, sehingga banyak peserta didik merasa kesulitan dalam memahami materi-materi Biologi. Seperti pada materi sistem kekebalan tubuh yang materinya bersifat abstrak dan cukup rumit. Rendahnya kemampuan analisis peserta didik dapat disebabkan karena pembelajaran yang terkesan monoton dan kurang menarik sehingga peserta didik mengalami kebosanan, mengantuk, dan tidak dapat memahami materi. Oleh karena itu, diperlukan suatu tindakan dalam pembelajaran biologi untuk mengatasi masalah tersebut, salah-satunya dengan menggunakan media pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan analisis peserta didik, seperti penggunaan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Articulate Storyline* sebagai komponen *TPACK*. Berdasarkan penelitian terdahulu dengan penggunaan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan *Articulate Storyline* sebagai komponen *TPACK* dapat membantu peserta didik untuk memahami materi dan meningkatkan kemampuan

analisis peserta didik. Pembelajaran ini dikhususkan pada materi Sistem Kekebalan Tubuh.



Gambar 2.11 Kerangka Pemikiran

Sumber : Dokumentasi pribadi

D. Asumsi Dan Hipotesis

1. Asumsi

Berdasarkan latar belakang masalah dan penelitian terdahulu yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan asumsi dalam penelitian ini adalah : Pembelajaran menggunakan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan *Articulate Storyline* sebagai komponen *TPACK* dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan analisis peserta didik.

2. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran dan asumsi yang telah dikemukakan, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H₀ : Penggunaan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Articulate Storyline* sebagai komponen *TPACK* tidak dapat meningkatkan kemampuan analisis peserta didik pada materi sistem kekebalan tubuh.

H_a : Penggunaan multimedia interaktif yang dikembangkan dengan aplikasi *Articulate Storyline* sebagai komponen *TPACK* dapat meningkatkan kemampuan analisis peserta didik pada materi sistem kekebalan tubuh.