

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. *Web-based*

Penggunaan media pembelajaran interaktif telah terbukti mampu menciptakan proses pembelajaran yang lebih efektif dan menarik. Media ini membantu pendidik dalam menyampaikan materi secara lebih interaktif, sehingga peserta didik dapat lebih mudah memahami konsep yang diajarkan (Sanusi, 2024). Salah satu bentuk media pembelajaran interaktif yang banyak diterapkan yaitu sistem berbasis *web* (*web-based learning*), yang didefinisikan oleh Kurniawan (2023) sebagai metode pembelajaran jarak jauh yang memanfaatkan koneksi internet. Dalam sistem ini, setiap halaman *web* dirancang untuk memuat bahan ajar serta menyediakan bahan evaluasi berupa multimedia, seperti teks, gambar, audio, dan video.

Menurut Sitorus (2022) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis *web* memungkinkan pengelolaan terpusat terhadap aktivitas pembelajaran dan penilaian hasil belajar peserta didik. Hal ini memberikan kemudahan bagi pendidik dalam memantau perkembangan belajar siswa secara lebih sistematis. Selain itu, menurut Salsabila (2022) pembelajaran berbasis *web* juga mendukung integrasi antara pembelajaran tatap muka dengan metode daring (*blended learning*). Sistem ini memberikan fleksibilitas kepada guru dan peserta didik karena dapat diakses kapan saja tanpa mengurangi tujuan dan makna pembelajaran yang ingin dicapai.

Manfaat lain dari media pembelajaran berbasis *web* adalah kemampuannya dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Salsabila (2022) menyatakan bahwa pendekatan ini membuat kegiatan belajar mengajar menjadi lebih menyenangkan dan dinamis, alhasil peserta didik tidak mudah merasa bosan. Maka dari itu, peserta didik mampu memahami materi yang disampaikan oleh guru dengan lebih mendalam dan terstruktur. Selain itu, sistem ini memberikan keuntungan bagi kedua belah pihak yaitu bagi guru dan peserta didik. Guru dapat

dengan mudah mengelola proses pembelajaran, sementara peserta didik mendapatkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan bermakna (Salsabila, 2022).

Menurut Deni Darmawan (Batubara, H., 2018), *web-based learning* memiliki tiga fungsi dalam kegiatan pembelajaran, yaitu:

a) Suplemen (Tambahan)

Web-based berfungsi sebagai sumber belajar tambahan yang dapat menambah wawasan dan pengetahuan peserta didik.

b) Komplemen (Pelengkap)

Web-based dijadikan sebagai materi penguatan, remedial, media latihan atau alat bantu dalam penugasan secara *online* pada peserta didik.

c) Substitusi (Pengganti)

Web-based digunakan sebagai pengganti pembelajaran tatap muka yang memberikan kesempatan pada peserta didik dalam mengelola waktu dan tempat ketika kegiatan belajar. Sehingga *web-based* ini berfungsi untuk mengatasi kendala saat pembelajaran tatap muka dan menyajikan sumber belajar yang beragam.

Penggunaan media pembelajaran berbasis *web* memiliki peran penting dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Menurut Waldeck (Karlina, 2021) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis *web* dapat berfungsi sebagai alat motivasi yang efektif, dengan hasil yang sangat bergantung pada cara teknologi tersebut dimanfaatkan. Selaras dengan Karlina (2021) menambahkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis *web* menunjukkan efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional.

Setyawan (2019) menjelaskan bahwa media berbasis *web* memungkinkan peserta didik untuk mengakses materi secara *online* kapan saja, bahkan ketika mereka tidak berada di dalam kelas. Aksesibilitas ini memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk belajar sesuai dengan waktu dan tempat yang mereka pilih, selama ada koneksi internet. Inovasi dalam media pembelajaran berbasis *web* dapat meningkatkan motivasi peserta didik untuk aktif terlibat dalam kegiatan belajar (Setyawan, 2019).

Penyusunan media berbasis *web* memungkinkan pengintegrasian instrumen *non-testing* sebagai alat evaluasi yang dapat diakses langsung di halaman *website*

(Setyawan, 2019). Hal ini tidak hanya mempermudah proses penilaian tetapi juga memberikan umpan balik yang lebih cepat dan relevan kepada peserta didik mengenai kemajuan belajar mereka.

Menurut Setyawan (2019) dan Hayati (Nuraini *et al.*, 2021) juga mencatat bahwa media pembelajaran digital berbasis *web* dapat meningkatkan pengetahuan dan pengalaman belajar peserta didik secara signifikan. Dengan menyediakan materi yang interaktif dan menarik, pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan membantu peserta didik memahami materi dengan lebih baik. Secara keseluruhan, pembelajaran berbasis *web* menawarkan berbagai manfaat yang signifikan bagi pendidikan. Jika dirancang dengan baik, media ini dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Menurut Siahaan (Puranti, 2002) mengemukakan bahwa pembelajaran berbasis *web* dapat berfungsi sebagai suplemen, pelengkap, atau pengganti metode konvensional, memberikan fleksibilitas kepada peserta didik dalam mengelola kegiatan belajar mereka. Selaras dengan Indakusuma *et al.* (2024) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis *web* lebih efektif dalam meningkatkan penguasaan dan penerapan konsep dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Dengan diterapkannya pembelajaran berbasis *web* ini, peserta didik dapat meningkatkan kualitas dan hasil pembelajaran mereka.

Menurut Al Ghifari (Rusman, 2010) *web-based learning* memiliki karakteristik yang membedakan dengan pembelajaran konvensional seperti penggunaan teknologi elektronik yang mempermudah komunikasi guru dan peserta didik selama proses pembelajaran. Selain itu, di dalamnya sudah terdapat bahan ajar yang dapat diakses oleh guru dan peserta didik kapan saja dan dimana saja. Pembelajaran berbasis *web* juga dapat mengukur hasil pembelajaran peserta didik memahami materi yang telah diajarkan. Selaras dengan Chiriac, T. (2022) menyatakan bahwa perkembangan pembelajaran dengan berbasis *web* telah mempengaruhi struktur pendidikan, hal ini karena mendukung pembelajaran jarak jauh dengan menggunakan bantuan teknologi digital. Tidak hanya itu, pembelajaran berbasis *web* membantu sebagian besar proses pembelajaran yang mengarahkan peserta didik untuk belajar secara mandiri.

Karakteristik *web-based learning* yang diungkapkan oleh Chiriac, T (Model Tsai, 2009) memiliki empat karakteristik yang dilihat dari metakognitif peserta

didik. Pertama, waktu dan ruang yang fleksibel. Kedua, interaksi sosial yang tidak langsung. Ketiga, sumber daya informasi yang melimpah dan yang keempat, antarmuka pembelajaran yang dinamis. Maka dengan penggunaan *web* ini peserta didik dapat berinteraksi dengan kompleks saat proses pembelajaran.

Menurut Noviyana *et al.* (Rusman, 2011), pembelajaran berbasis *web* memiliki sejumlah karakteristik utama, yaitu: (1) Interaktivitas, merupakan tersedianya berbagai jalur komunikasi antara guru dan peserta didik baik secara langsung (*synchronus*), seperti melalui fitur percakapan langsung (*chat*) atau *massager*, maupun secara tidak langsung (*asynchronus*), seperti forum diskusi, *mailing list* atau buku tamu; (2) Kemandirian, yakni memberikan fleksibilitas dalam hal waktu, tempat, metode pengajaran serta materi ajar yang menjadikan pembelajaran lebih terpusat pada peserta didik (*student-centered-learning*); (3) Aksesibilitas, yakni sumber belajar dapat diakses dengan lebih mudah melalui internet, menjangkau lebih luas dibandingkan metode pembelajaran konvensional; dan (4) Pengayaan, yaitu penyajian materi yang mendukung proses belajar melalui media interaktif seperti video, streaming, simulasi dan animasi. Berdasarkan karakteristik tersebut, penggunaan media pembelajaran berbasis *web* dinilai mampu memberikan efektivitas dan efisiensi yang tinggi apabila diterapkan dalam proses pembelajaran di sekolah.

Tidak hanya memiliki manfaat, pembelajaran berbasis *web* ini juga memiliki kendala saat pembelajaran. Menurut Dharsinni *et al.* (2021) kualitas jaringan yang kurang baik membuat pembelajaran berbasis *web* ini menjadi kurang menarik sehingga mengakibatkan minat belajar peserta didik menurun. Selain itu, menurut Solikhatun (2021) hambatan lain yang sering ditemui meliputi kesenjangan ekonomi dan digital, perbedaan sarana dan prasarana antar sekolah, serta kompetensi guru yang belum merata dalam menguasai teknologi pembelajaran berbasis *web*. Kondisi ini diperparah dengan belum adanya regulasi dan kurikulum yang secara khusus mengakomodasi pembelajaran berbasis *web* sehingga implementasinya belum optimal. Faktor-faktor tersebut menyebabkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran berbasis *web* cenderung lebih rendah dibandingkan pembelajaran tradisional, sehingga diperlukan upaya adaptasi metode pembelajaran yang lebih interaktif dan dukungan infrastruktur yang memadai.

2. *Multiple Representation*

Multiple Representation merupakan penjelasan suatu model yang disajikan dengan cara yang berbeda-beda seperti menyajikan gambar, video, diagram, tabel dan model 3D. Pendekatan ini telah terbukti meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep abstrak, memfasilitasi transfer pengetahuan dan meningkatkan kemampuan dalam memecahkan masalah (Hartini., *et al.* 2024). Model *multiple representation* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk secara kolaboratif mengembangkan gagasan dan ide baru berdasarkan informasi yang relevan (Fitriana *et al.*, 2020). Selaras dengan Rahma (2021) menyatakan bahwa *multiple representation* dengan berbantuan video dapat menjadi solusi untuk membantu peserta didik dalam meningkatkan pemahaman materi.

Strategi model pembelajaran *multiple representation* merupakan penyampaian sebuah konsep dengan berbagai bentuk. *Multiple representation* memiliki 3 fungsi utama yaitu membantu mengembangkan atau menyempurnakan pemahaman peserta didik, membatasi interpretasi, dan mewakili suatu konsep dengan mengandung informasi tambahan sebagai pelengkap proses kognitif (Fitriana, 2020). *Multiple representation* dianggap sebagai pelengkap karena dapat menjelaskan informasi mengenai suatu konsep secara lengkap dan detail. Adanya berbagai representasi, peserta didik dapat melihat konsep dari berbagai sudut pandang, sehingga pemahaman mereka menjadi lebih mendalam dan komprehensif. Selain itu, *multiple representation* disebut sebagai pembatas interpretasi karena dapat berguna ketika salah menafsirkan dalam penggunaan bentuk visual yang lain. Penggunaan representasi ini, dapat mengurangi kemungkinan kesalahan interpretasi karena setiap representasi memberikan konteks dan detail yang berbeda. Hal ini membantu memastikan bahwa makna yang disampaikan lebih jelas dan akurat. *Multiple representation* seringkali mengandung informasi tambahan yang tidak ada dalam satu representasi tunggal. Informasi tambahan ini dapat melengkapi proses kognitif, membantu peserta didik membuat koneksi yang lebih luas dan memahami konsep dengan lebih baik. Dalam penyempurnaan pemahaman peserta didik, *multiple representation* mampu membentuk pemahaman yang lebih sempurna ketika peserta didik memadukan bentuk representasi untuk mengidentifikasi masalah dan menyelesaikannya (Cherestella, 2021)

Menurut Nandasari *et al.* (2023) pembelajaran berbasis *multiple representation* memiliki 3 level representasi yaitu makroskopik, mikroskopik (sub) dan simbolik. Representasi makroskopik adalah representasi yang dapat diamati secara langsung melalui indera manusia seperti apa yang dapat dilihat. Representasi ini menampilkan fenomena yang nyata dan dapat dirasakan secara konkret. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hasanati (2020) menyatakan bahwa representasi makroskopik memiliki ketercapaian paling tinggi dalam pemahaman konsep dibandingkan dengan mikroskopik dan simbolik, hal ini disebabkan karena representasi ini merupakan fenomena yang dapat diamati secara nyata oleh peserta didik. Mereka tidak perlu membayangkan sesuatu yang bersifat abstrak. Peserta didik lebih mudah mempelajari hal-hal yang dapat diamati secara langsung. Representasi mikroskopik (sub) merupakan penjelasan dari fenomena yang terjadi pada peristiwa makroskopik, namun tidak dapat diamati secara langsung. Selaras dengan penjelasan Sukmawati (2019) menyatakan bahwa representasi ini merupakan level representasi yang abstrak sehingga representasi ini berbanding terbalik dengan representasi makroskopik. Menurut Hasanati (2020) Representasi simbolik merupakan bentuk abstraksi yang digunakan untuk menyederhanakan dan menyampaikan konsep yang terjadi pada level mikroskopik. Hal ini selaras dengan penjelasan Aliyanti *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa Representasi ini berfokus pada simbol, lambang, angka untuk menunjukan hubungan kuantitatif maupun kualitatif dari suatu proses. Ketiga level representasi ini saling melengkapi dan memiliki peran dalam memfasilitasi pemahaman konsep, dengan mengaitkan representasi yang terlihat (makroskopik), penjelasan yang tidak terlihat (mikroskopik), serta simbol dan rumus yang memudahkan pemrosesan informasi (simbolik), peserta didik dapat memperoleh pemahaman yang lebih dalam, utuh dan bermakna terhadap suatu konsep.

Menurut Rahmawati (Siswanto, 2019) menyatakan bahwa model pembelajaran *multiple representation* terdiri atas beberapa tahapan atau sintaks, yakni tahap orientasi, investigasi, penyajian multi representasi, penerapan dan evaluasi. Pada tahap orientasi, pendidik menyampaikan permasalahan atau pertanyaan yang relevan dengan materi pembelajaran untuk merangsang keterlibatan peserta didik. Selanjutnya tahap investigasi, mendorong peserta didik

untuk memecahkan permasalahan yang diberikan dengan cara mengamati, membaca informasi terkait, serta berdiskusi guna menemukan jawaban atas pertanyaan tersebut. Menurut Nikat *et al.* (2021) pada tahap ini fitur *multiple representation* membantu untuk memecahkan masalah dengan berbagai bentuk representasi seperti visual, simbolik dan verbal seperti grafik, gambar dll. Kemudian pada tahap penerapan, peserta didik diharuskan menerapkan berbagai bentuk representasi untuk menyelesaikan masalah lain. Ditahap evaluasi, dilakukan penguatan konsep yang diberikan guru dan mengecek proses belajar peserta didik (Rahmawati,2023).

Pengembangan pembelajaran *multiple representation* bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik melalui representasi yang beragam, keterampilan berpikir dengan penggunaan imajinasi dan rasa kepercayaan diri yang semuanya berkontribusi pada peningkatan kepercayaan diri peserta didik terhadap kemampuannya dalam memahami materi abstrak (Chrestella, 2021). Menurut Kurnia *et al.* (Astuti & Rif at, 2016; Hikmawati, 2017) menyatakan bahwa pendekatan ini sangat penting mengingat kemampuan *multiple representation* peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah, terutama dalam mengerjakan soal yang menggunakan representasi seperti verbal, gambar dan grafik yang disebabkan oleh minimnya latihan dan penyediaan soal berbasis *multiple representation* oleh guru.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kurnia *et al.* (2025) menyatakan bahwa pembelajaran dengan berbasis *multiple representation* dapat meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar peserta didik secara signifikan. Hal ini dikarenakan dengan keberagaman pendekatan representasi dapat membantu peserta didik memahami materi secara lebih mendalam. Selain itu, pendekatan *multiple representation* mampu meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik mulai dari level terendah hingga tinggi, termasuk kemampuan pemecahan masalah dan argumentasi (Nikat *et al.*, 2021)

Menurut Irfandi (2022) dan Ishmahaniyyah (2022) model pembelajaran *multiple representation* memiliki kelebihan bagi peserta didik lebih memahami konsep, mempermudah peserta didik dalam memecahkan masalah dan dapat mengembangkan kemampuan peserta didik pada ranah kognitif. Selain itu, menurut

Rahmawati (Putri *et al.*, 2020) *multiple representation* dapat mengkokohkan dan menguatkan pemahaman peserta didik mengenai materi yang dipelajari. Berbagai jenis visual yang digunakan dalam *multiple representation* seperti gambar, grafik dan tulisan juga mendukung kemampuan setiap individu yang berbeda dalam pembelajaran (Simanjuntak *et al.*, 2020). Dengan representasi visual, peserta didik akan lebih mudah dan efisien dalam mengolah informasi dan membantu guru dalam melihat pemahaman awal dan perbedaan pemahaman setiap peserta didik untuk kemudian diberi perhatian dan menentukan proses pembelajaran yang tepat (Yoon, 2021). Menurut Safitri (2021) Model pembelajaran *multiple representation* memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan model *multiple representation* yaitu sebagai berikut:

- a) Mampu meningkatkan standar tahapan belajar
- b) Menyenangkan
- c) Mampu meningkatkan daya paham peserta didik
- d) Memiliki sifat inventif serta kooperatif
- e) Dapat digambarkan sebagai model terintegrasi yang menghubungkan fenomena dan media TIK.
- f) Mampu membangun lingkungan belajar yang aktif
- g) Mampu menginspirasi peserta didik untuk menyempurnakan keterampilan pemahamannya terhadap topik-topik abstrak.

Multiple representation juga memiliki kekurangan, yaitu sebagai berikut:

- a) Hanya memungkinkan untuk meningkatkan pola pikir peserta didik kategori “sedang” jika waktu pembelajaran terbatas.
- b) Memerlukan fasilitas yang memadai untuk melakukan pembelajarannya, baik dari segi saran maupun prasarana.
- c) Model ini membutuhkan pengetahuan IT yang mahir dari pengguna nya.

3. Materi Sistem Imun

Sistem Imunitas atau pertahanan tubuh merupakan suatu mekanisme biologis yang berfungsi untuk mengidentifikasi, menetralkan dan menghancurkan zat asing maupun sel-sel yang tidak normal yang berpotensi membahayakan kesehatan tubuh.

A. Mekanisme Sistem Pertahanan Tubuh

Mekanisme pertahanan tubuh adalah bagian dari imunitas alami yang dimiliki sejak lahir. Mekanisme ini terdiri dari komponen-komponen tubuh yang secara normal terdapat pada individu yang sehat dan senantiasa siap untuk merespons serta mengeliminasi antigen yang masuk secara cepat. Salah satu komponen utama dalam sistem kekebalan tubuh adalah leukosit, yang termasuk dalam elemen seluler sistem imun dan memiliki tipe serta fungsi. Leukosit diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu fagosit dan limfosit.

1. Fagosit

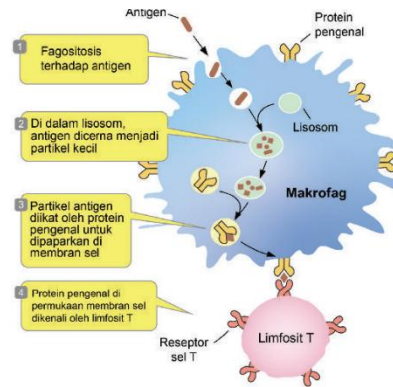
Fagosit merupakan jenis sel imun yang berarti “pemakan sel” dan secara fungsional berperan dalam menghancurkan patogen melalui proses pencernaan di dalam sel itu sendiri. Sel fagosit terbentuk di sum-sum tulang, terutama pada bagian tulang pipa.

- Neutrofil

Neutrofil merupakan jenis fagosit yang paling dominan dan menyusun sekitar 60% dari total leukosit yang terdapat dalam darah. Sel ini memiliki kemampuan berpindah melalui sistem peredaran darah ke berbagai bagian tubuh. Dalam keadaan tertentu, mampu keluar dari pembuluh darah dengan menyusup melalui dinding kapiler dan bergerak menuju jaringan ikat, sebuah proses yang dikenal dengan istilah *diapedesis*.

- Makrofag

Makrofag memiliki ukuran lebih besar dibanding neutrofil dan cenderung menetap di jaringan organ tertentu seperti paru-paru, hati, limpa, ginjal dan kelenjar getah bening, daripada beredar di dalam aliran darah. Sel ini berasal dari monosit yang diproduksi di sumsum tulang dan berkembang menjadi makrofag setelah keluar dari sirkulasi darah dan menetap dalam organ tersebut.



Gambar 2. 1 Makrofag sebagai sel penyaji antigen

(Sumber: Solihat, R., 2022)

2. Limfosit Pada Sistem Imun Spesifik

Limfosit merupakan salah satu jenis sel leukosit yang memiliki peranan vital dalam menjaga pertahanan tubuh, khususnya melalui mekanisme respon imun spesifik atau adaptif. Kedua jenis limfosit utama telah mengalami pembentukan sejak masa perkembangan janin, yakni di dalam sumsum tulang.

a) Limfosit B (Sel B) dan Mekanisme Imun Humoral Spesifik

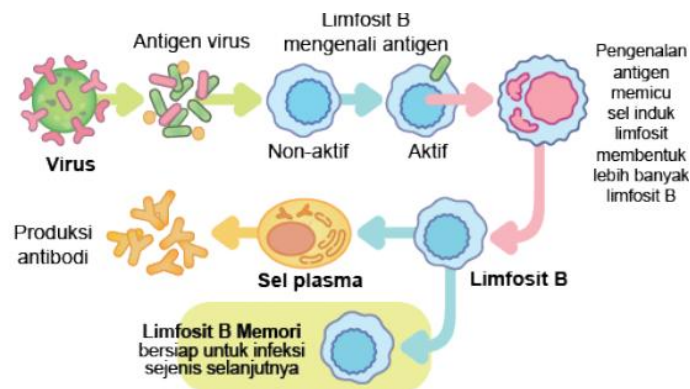
Limfosit B berkontribusi dalam respon imun dengan menghasilkan antibodi. Saat limfosit B mengalami aktivasi, sel ini akan berkembang membentuk klon dalam jumlah terbatas, di mana masing-masing klon disesuaikan dengan jenis antibodi yang diproduksi.

Tabel 2. 1 Ragam Tipe Immunoglobulin Beserta Letak dan Fungsinya

Tipe	Bentuk	Letak	Fungsi
Ig M		Tersebar di seluruh jaringan tubuh	Diproduksi saat terjadi infeksi pertama kali (respon primer).
Ig G		Jaringan tubuh dan darah	Paling banyak diproduksi, terutama saat infeksi sekunder; ditransfer dari ibu hamil ke janin melalui plasenta.
Ig A		ASI, air mata, air liur dan lendir	Mencegah infeksi pada permukaan jaringan epitel.
Ig E		Tersebar di seluruh jaringan tubuh	Memacu pengeluaran histamin oleh basofil dan mastosit untuk menimbulkan respon peradangan jaringan (inflamasi).
Ig D		Permukaan sel B	Sebagai reseptor; menstimulasi pembentukan antibodi lainnya oleh sel plasma.

b) Limfosit T (Sel T) dan Respon Imun Spesifik Seluler

Limfosit T dilengkapi dengan reseptor permukaan yang khas, yang dikenal sebagai reseptor sel T. Reseptor ini memiliki kemampuan mengenali antigen secara spesifik, suatu karakteristik yang menyerupai fungsi antibodi. Namun, karena mekanisme pertahanan yang dijalankan oleh sel T bergantung pada interaksi langsung antara reseptor tersebut dan antigen pada permukaan sel, maka respon imun yang ditimbulkannya dikategorikan sebagai respon imun seluler spesifik.



Gambar 2. 2 Mekanisme kerja limfosit T

(Sumber: Solihat, R., 2022)

B. Faktor yang mempengaruhi Sistem Pertahanan Tubuh

Sistem kekebalan yang berfungsi optimal dapat mencegah individu dari berbagai paparan virus, termasuk virus corona. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja sistem pertahanan tubuh antara lain:

1. Faktor Genetik (keturunan)

Riwayat genetik memegang peranan penting terhadap kerentanan seseorang terhadap penyakit. Misalnya individu dengan garis keturunan pengidap diabetes melitus memiliki kemungkinan lebih tinggi untuk mengalami kondisi serupa sepanjang hidupnya.

2. Faktor Fisiologis

Gangguan pada fungsi salah satu organ tubuh dapat berdampak terhadap kinerja organ lainnya. Sebagai contoh, kelebihan berat badan dapat menghambat kelancaran aliran darah, yang pada akhirnya meningkatkan potensi tubuh untuk terserang penyakit.

3. Stres Psikologis

Tekanan psikologis dapat berdampak negatif pada sistem imun, ketika stres terjadi, tubuh melepas hormon seperti neuroendokrin, glukokortikoid, dan katekolamin. Apabila stres berlangsung secara kronis, hal ini dapat menyebabkan penurunan jumlah leukosit serta menurunnya produksi antibodi.

4. Faktor Hormon

Peran hormon dalam sistem imun dipengaruhi oleh jenis kelamin. Hormon estrogen yang diproduksi oleh wanita cenderung meningkatkan risiko terkena penyakit autoimun, sedangkan hormon androgen yang dihasilkan pria justru memiliki efek protektif terhadap jenis oenyakit tersebut.

5. Aktivitas Fisik (Olahraga)

Olahraga yang dilakukan secara rutin dapat meningkatkan sirkulasi darah dan membantu proses detoksifikasi tubuh. Namun demikian, aktivitas fisik dilakukan secara berlebihan dapat menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen, yang pada gilirannya memicu pembentukan radikal bebas dan merusak sel tubuh.

6. Faktor Penggunaan Obat-obatan

Penggunaan antibiotik secara berulang atau dalam jangka panjang dapat menyebabkan resistensi bakteri. Ketika bakteri menyerang kembali, sistem kekebalan tubuh mungkin tidak lagi efektif dalam menghadapinya karena telah kehilangan sensitivitas terhadap mikroorganisme tersebut.

C. Gangguan Sistem Pertahanan Tubuh

Sistem imun dapat mengalami gangguan, baik yang disebabkan oleh infeksi mikroorganisme patogen, faktor genetik, maupun kelainan internal lainnya. Ketidakseimbangan pada struktur atau fungsi sistem imun berpotensi meningkatkan kerentaran terhadap penyakit. Beberapa gangguan pada sistem imun antara lain:

1. Hipersensitivitas (Alergi)

Istilah alergi merupakan reaksi berlebihan terhadap antigen yang sebelumnya telah dikenal oleh sistem imun. Kondisi ini biasanya hanya dialami oleh sebagian individu dan tidak selalu bersifat fatal. Gejala alergi dapat meliputi ruam, gatal-gatal, iritasi mata, kesulitan bernapas, kram perut hingga kondisi serius seperti *sickness* dan *stevens-johnson syndrome*, yaitu reaksi alergi berat pada kulit dan mukosa yang dapat mengancam jiwa.

2. Penyakit Autoimun

Autoimunitas terjadi ketika sistem kekebalan tubuh gagal membedakan antara sel-sel tubuh sendiri dengan sel asing, sehingga sistem tersebut menyerang jaringan tubuh yang sehat. Beberapa contoh penyakit autoimun yaitu *myastenia gravis* yang akan berdampak pada bagian sambungan neuromuskular kemudian penyakit yang akan diderita yaitu lemah otot, penyakit *multiple sclerosis* yang menyerang sistem saraf pusat sehingga mengakibatkan kelumpuhan, lalu rheumatoid arthritis yang menyerang bagian persendian sehingga akan mengalami kerusakan sendi secara bertahap, diabetes melitus tipe 1 dapat menyerang bagian *pulau langerhans* pankreas yang nantinya menyebabkan kerusakan sel beta penghasil insulin, serta penyakit lupus yang akan menyerang pada bagian kulit, ginjal, dan sendi sehingga mengakibatkan penurunan fungsi dan perubahan bentuk tubuh secara bertahap.

3. Imunodefisiensi

Imunodefisiensi merupakan suatu keadaan ketika sistem kekebalan tubuh mengalami penurunan efektivitas atau bahkan kehilangan kemampuannya dalam merespons keberadaan antigen. Kondisi ini dapat bersifat bawaan sejak lahir, seperti pada defisiensi imun kongenital, maupun didapat, seperti pada kasus AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*)

4. HIV – AIDS

HIV atau *Human Immunodeficiency Virus* merupakan virus yang secara spesifik menyerang sistem imun, terutama limfosit T, yang berperan penting dalam pertahanan tubuh. Akibat infeksi HIV, fungsi sistem imun mengalami penurunan drastis, sehingga individu menjadi sangat rentan terhadap berbagai jenis penyakit. Ketika infeksi HIV mencapai tahap lanjut, maka berkembang menjadi AIDS (*Acquired Immunodeficiency Syndrome*), yaitu suatu kondisi kronis dimana tubuh kehilangan kemampuan optimalnya dalam mempertahankan diri dari ancaman patogen, bahkan penyakit yang tergolong ringan bagi individu dengan imunitas normal dapat berakibat fatal bagi mereka yang berada dalam fase AIDS.

4. Hasil Belajar Pada Ranah Kognitif

Hasil belajar diartikan sebagai proses penilaian terhadap tingkat penguasaan materi oleh peserta didik setelah mereka mengikuti kegiatan pembelajaran. Keberhasilan ini umumnya diukur melalui representasi tertentu seperti angka, huruf atau simbol yang telah ditetapkan oleh lembaga pendidikan sebagai standar evaluasi

(Almuzhir, 2022). Sedangkan pengertian kognitif menurut Chumdari (Suri Wahyuni, 2021) merupakan ranah yang menekankan pada kemampuan dan keterampilan intelektual peserta didik.

Hasil belajar merupakan pencapaian peserta didik setelah menguasai materi pembelajaran yang berbentuk skor setelah mengikuti tes (Irawati, 2021). Selaras dengan Lestari (Potter & Kustra, 2012) menyatakan bahwa penguasaan peserta didik ini mencakup pengetahuan serta teori yang melibatkan pengetahuan dan pengembangan keterampilan intelektual. Hasil belajar pada ranah kognitif mencakup berbagai kemampuan intelektual yang berkaitan dengan penguasaan kembali konsep maupun prinsip yang telah dipelajari. Hal ini mencakup aktivitas berpikir, perolehan pengetahuan, pengenalan, pemahaman, pengembangan konsep, pengambilan keputusan, serta proses penalaran. Pengukuran hasil belajar kognitif dilakukan dengan tujuan memperoleh informasi yang tepat dan menyeluruh mengenai kemampuan individu dalam domain kognitif tersebut (Qorimah, 2022).

Menurut Sopian *et al.* (2021) untuk mengetahui hasil belajar pada ranah kognitif dibutuhkan parameter pengukur dari Taksonomi Bloom revisi yang ditinjau dari 4 indikator utama yaitu C1 (kemampuan mengingat), C2 (kemampuan memahami), C3 (kemampuan mengaplikasikan) dan C4 (kemampuan menganalisis). Selaras dengan Putra *et al.* (Putri, 2022) menjelaskan aspek kognitif pada C1 (mengingat), menuntut peserta didik untuk mengingat serta *me-recall* berbagai informasi seperti konsep, prinsip, fakta, ide, rumus, istilah dan nama. Pada C2 (memahami), berkaitan dengan pemahaman terhadap materi ajar secara mandiri, tanpa keterkaitan dengan aspek lain, yang mencakup tiga bentuk pemahaman yaitu terjemahan, penafsiran dan ekstrapolasi (Rohmatun & Rasyid, 2022). Pada C3 (mengaplikasikan), peserta didik diharapkan mampu menerapkan ide, metode, prosedur, prinsip dan teori ke dalam konteks yang baru dan nyata (Ilyas, 2012). Sedangkan pada indikator C4 (menganalisis), fokusnya terletak pada kemampuan untuk menguraikan suatu kondisi atau permasalahan menjadi komponen-komponen dasar yang menyusunnya (Fauzi & Inayati, 2023).

Tidak hanya itu, Kartini *et al.* (2022) menjelaskan dengan lebih rinci terkait tingkatan ranah kognitif dalam revisi taksonomi dari mulai C1 (mengingat), C2

(memahami), C3 (mengaplikasikan) hingga C4 (menganalisis) yaitu sebagai berikut:

a. C1 - Mengingat (*Remembering*)

Pada indikator C1 mengingat, merupakan proses mengakses kembali informasi yang relevan dari memori jangka panjang (Yusrizal & Rahmati, 2020). Dalam tahap ini peserta didik diarahkan untuk mengambil keputusan yang sesuai berdasarkan ingatan yang telah tersimpan. Aktivitas tersebut mencakup kemampuan mengenali, menuliskan atau menyebutkan informasi yang telah dipelajari sebelumnya. Untuk mengevaluasi daya ingat peserta didik, biasanya diberikan pertanyaan yang mengacu pada proses kognitif seperti persepsi dan penghafalan, baik yang bersifat konseptual, prosedural maupun metakognitif (Kartini, 2022)

Menurut Yusrizal & Rahmati (2020) proses kognitif yang harus guru lakukan agar peserta didik dapat memenuhi tingkatan ini, yaitu sebagai berikut:

1) Mengenali Kembali (*Recognizing*)

Pada tahap ini proses kognitif yang dilakukan yaitu menarik kembali informasi yang telah peserta didik simpan dengan informasi baru (Yusrizal & Rahmati, 2020). Contoh soal yang diberikan seperti format benar dan salah, pilihan ganda atau menjodohkan.

2) Mengingat (*Recalling*)

Menurut Yusrizal & Rahmati (2020) tahap ini merupakan penarikan kembali informasi dalam memori jangka panjang apabila ada petunjuk untuk melakukan hal tersebut. Contoh pertanyaannya yaitu berupa:

- Apa yang terjadi setelah...
- Temukan arti dari....
- Jelaskan apa yang terjadi setelah...

b. C2 - Memahami (*Understanding*)

Pada indikator C2 memahami, mencakup kemampuan membangun makna berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Proses ini melibatkan pengaitan informasi baru dengan pengetahuan yang telah ada, serta pengintegrasian pengetahuan tersebut kedalam struktur berpikir yang telah terbentuk dalam benak peserta didik (Kartini *et al.*, 2022). Peserta didik diharapkan untuk memahami makna dari sebuah intruksi, seperti komunikasi lisan, tertulis dan grafis, serta materi

yang ditugaskannya. Menurut Fatmawati (2023) pada kognitif yang komprehensif peserta didik diharapkan mampu menafsirkan, mencontohkan, mengklasifikasikan, merangkum, menyimpulkan, membandingkan dan menjelaskan. Hal ini selaras dengan Menurut Yusrizal & Rahmati (2020) yang menjelaskan poin-poinnya sebagai berikut:

1) Menafsirkan (*interpreting*)

Kemampuan menafsirkan atau *interpreting* sering pula disebut dengan istilah menerjemahkan, memfrasakan, menggambarkan atau mengklasifikasi. “Menafsirkan” yaitu mengubah informasi dari satu bentuk ke bentuk lain. Menurut Prastowo (2019) proses menafsirkan melibatkan keterampilan peserta didik dalam mengalihkan informasi dari satu bentuk representasi ke bentuk lainnya. sebagai contoh, peserta didik dapat mengonversi informasi visual seperti gambar menjadi uraian verbal, mengubah kata-kata menjadi ilustrasi, atau menyusun angka menjadi narasi. Penilaian terhadap kemampuan ini umumnya menggunakan bentuk tes tertulis, baik dalam bentuk jawaban singkat, dimana peserta didik diminta menemukan jawaban sendiri maupun pilihan ganda yang menuntut mereka memilih jawaban yang paling tepat (Fatmawati, 2023).

2) Mencontohkan (*exemplifying*)

Mencontohkan merujuk pada kemampuan peserta didik dalam memberikan contoh dari suatu konsep atau prinsip yang bersifat umum (Yusrizal & Rahmati, 2020). Soal yang menguji kemampuan ini biasanya mengarahkan peserta didik untuk mengilustrasikan konsep tersebut dalam bentuk yang lebih konkret. Adapun bentuk penilaiannya berupa tes tertulis, baik dalam bentuk jawaban singkat, dimana peserta didik diminta untuk menyusun jawaban sendiri maupun bentuk pilihan ganda yang menuntut mereka memilih jawaban yang paling sesuai.

3) Mengklasifikasi (*classifying*)

Menurut Yusrizal & Rahmati (2020) tahap ini peserta didik diharapkan mampu mengidentifikasi karakteristik suatu objek atau fenomena yang menunjukkan bahwa hal tersebut termasuk dalam kategori tertentu. Format tes yang diberikan menurut Fatmawati (2023) yaitu meliputi tes jawaban singkat, dimana peserta didik diberikan sebuah contoh dan diminta untuk merumuskan konsep atau prinsip yang sesuai. Selain itu, dalam bentuk pilihan ganda, peserta didik diminta

untuk mengkaji sebuah contoh yang disediakan dan memilih konsep atau prinsip yang paling tepat dari sejumlah opsi yang tersedia. Opsi lain yaitu peserta didik diberi sejumlah pernyataan lalu diberi perintah untuk menentukan hal yang termasuk dan tidak termasuk dalam suatu kategori atau peserta didik diperintahkan untuk menempatkan satu contoh kedalam salah satu dari banyaknya kategori.

4) Merangkum (*summarising*)

Dalam membuat soal “merangkum”, berikan pertanyaan yang membuat peserta didik dapat menyusun informasi dalam urutan yang terstruktur. Menurut Prastowo (2019) merangkum merupakan proses kognitif dimana peserta didik membuat ringkasan informasi dengan cara mengungkapkan kalimat yang mewakili inti dari informasi tersebut atau menyusun abstraksi dari suatu tema tertentu. Format penilaiannya yaitu berupa tes dengan jawaban singkat ataupun pilihan ganda yang mengarahkan peserta didik untuk menentukan tema utama atau menyusun sebuah ringkasan (Fatmawati, 2023).

5) Menarik inferensi (*infering*)

Menyimpulkan merupakan menemukan suatu pola dari contoh atau fakta (Yusrizal & Rahmati, 2020). Menurut Prastowo (2019) pada tahap ini terjadi proses menarik hubungan diantara contoh atau ciri-ciri yang telah disajikan. kata lain dari menyimpulkan yaitu mengekstrapolasi, menginterpolasi, memprediksi. Contoh soal yang disajikan menurut Fatmawati (2023) berupa menarik makna umum dari berbagai peristiwa atau data yang diamati. Format penilaiannya berupa tes melengkapi, tes analog dan tes mendengarkan.

6) Membandingkan (*comparing*)

Kemampuan membandingkan melibatkan proses analitis untuk mengidentifikasi persamaan maupun perbedaan antara dua atau lebih objek, peristiwa, gagasan, permasalahan atau situasi tertentu. Aktivitas ini mencakup upaya untuk memahami bagaimana suatu peristiwa dapat terjadi melalui pengkajian unsur-unsur yang relevan. Penilaian terhadap keterampilan ini umumnya dilakukan melalui format pemetaan atau pengorganisasian informasi secara visual (Fatmawati, 2023).

7) Menjelaskan (*explaining*)

Dalam membuat soal “menjelaskan” gunakan model sebab-akibat. penggunaan model sebab-akibat ini yaitu untuk menentukan bagaimana perubahan yang terjadi pada “peristiwa” sehingga dapat mempengaruhi perubahan lainnya (Prastowo, 2019). Format penilaiannya yaitu penalaran, pemecahan masalah serta prediksi (Fatmawati, 2023).

c. C3 - Mengaplikasikan (*Applying*)

Kemampuan mengaplikasikan merupakan keterampilan peserta didik dalam menggunakan ide-ide umum, prinsip, rumus maupun teori dalam konteks yang baru dan spesifik. Pada tahap ini, proses kognitif yang terlibat terdiri atas dua bentuk, yakni pelaksanaan tugas yang telah dikenal sebelumnya dan penyelesaian tugas yang bersifat baru atau belum pernah ditemui (Kartini *et al.*, 2022). Menurut Fatmawati (2023) proses kognitifnya terdiri dari mengeksekusi dan mengimplementasikan.

1) Menjalankan prosedur/Mengeksekusi (*executing*)

Dalam membuat soal “mengeksekusi” berikan pertanyaan yang dapat menghubungkan dengan penggunaan keterampilan bukan dengan teknik dan metode. Contoh soal yang diberikan berupa tugas yang sudah familiar dan bisa dikerjakan dengan prosedur yang sudah mereka ketahui.

2) Mengimplementasikan (*implementing*)

Menurut Parwati *et al.* (2023) menyatakan bahwa mengimplementasikan merupakan menyelesaikan permasalahan dalam melakukan percobaan. Contoh soal “mengimplementasikan” yaitu disajikan perintah bagi peserta didik agar dapat memilih dan menggunakan prosedur untuk menyelesaikan tugas yang familiar.

d. C4 - Menganalisis (*Analyzing*)

Kemampuan menganalisis mencerminkan kecakapan peserta didik dalam menguraikan suatu permasalahan atau objek menjadi bagian-bagian penyusunnya, serta mengevaluasi sejauh mana hubungan antar bagian tersebut membentuk suatu struktur yang utuh. Menurut Yusrizal & Rahmati (2020) menekankan bahwa proses analisis melibatkan pemisahan suatu pokok bahasan ke dalam unsur-unsurnya, sekaligus memahami keterkaitan antar elemen tersebut. Sebagaimana diuraikan oleh Anderson *et al.*, aktivitas analisis dalam pembelajaran mencakup sejumlah

tujuan, antara lain: membedakan antara fakta dan opini, mengaitkan kesimpulan dengan argumen pendukung, memilah informasi asumsi tersirat, membedakan ide utama dari ide turunan, serta menemukan bukti yang mendukung tujuan yang disampaikan (Prastowo, 2019). Selaras dengan Fatmawati (2023) menyatakan bahwa “menganalisis” ini mencakup proses membedakan, mengorganisasikan dan mengatribusikan.

1) Membedakan (*differenting*)

Dalam membuat soal “membedakan” melibatkan proses memilih bagian-bagian yang relevan dan penting dari sebuah struktur. Format penilaiannya yaitu soal jawaban singkat atau pilihan (Fatmawati, 2023)

2) Mengorganisir (*organizing*)

Pengorganisasian melibatkan menemukan koherensi, integrasi, konstruksi atau struktur. Mengidentifikasi unsur dari keadaan dan mengenali keterkaitan satu sama lain untuk membentuk struktur yang baru (Yusrizal & Rahmati, 2020)

3) Mengatribusikan (*attributting*)

Dalam membuat soal “mengatribusikan” diberikan pertanyaan yang membuat peserta didik agar dapat menentukan sudut pandang, pendapat dan tujuan dari pernyataan yang disajikan (Fatmawati, 2023).

Contoh pertanyaan “menganalisis” menurut Menurut Yusrizal & Rahmati (2020) yaitu sebagai berikut:

- Bagian mana yang seharusnya tidak terjadi...?
- Mengapa... perubahan terjadi?
- Apa permasalahan dari...?

Penilaian hasil belajar kognitif berfungsi sebagai alat untuk mengetahui keberhasilan proses pembelajaran. Guru dapat menggunakan hasil penilaian ini untuk mengevaluasi apakah tujuan pembelajaran telah tercapai serta menilai efektivitas metode pembelajaran yang digunakan (Putra *et al.*, 2024). Selain itu, penilaian ranah kognitif memberikan gambaran tentang kemampuan peserta didik dalam memahami materi pelajaran dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Fitri *et al.*, 2022)

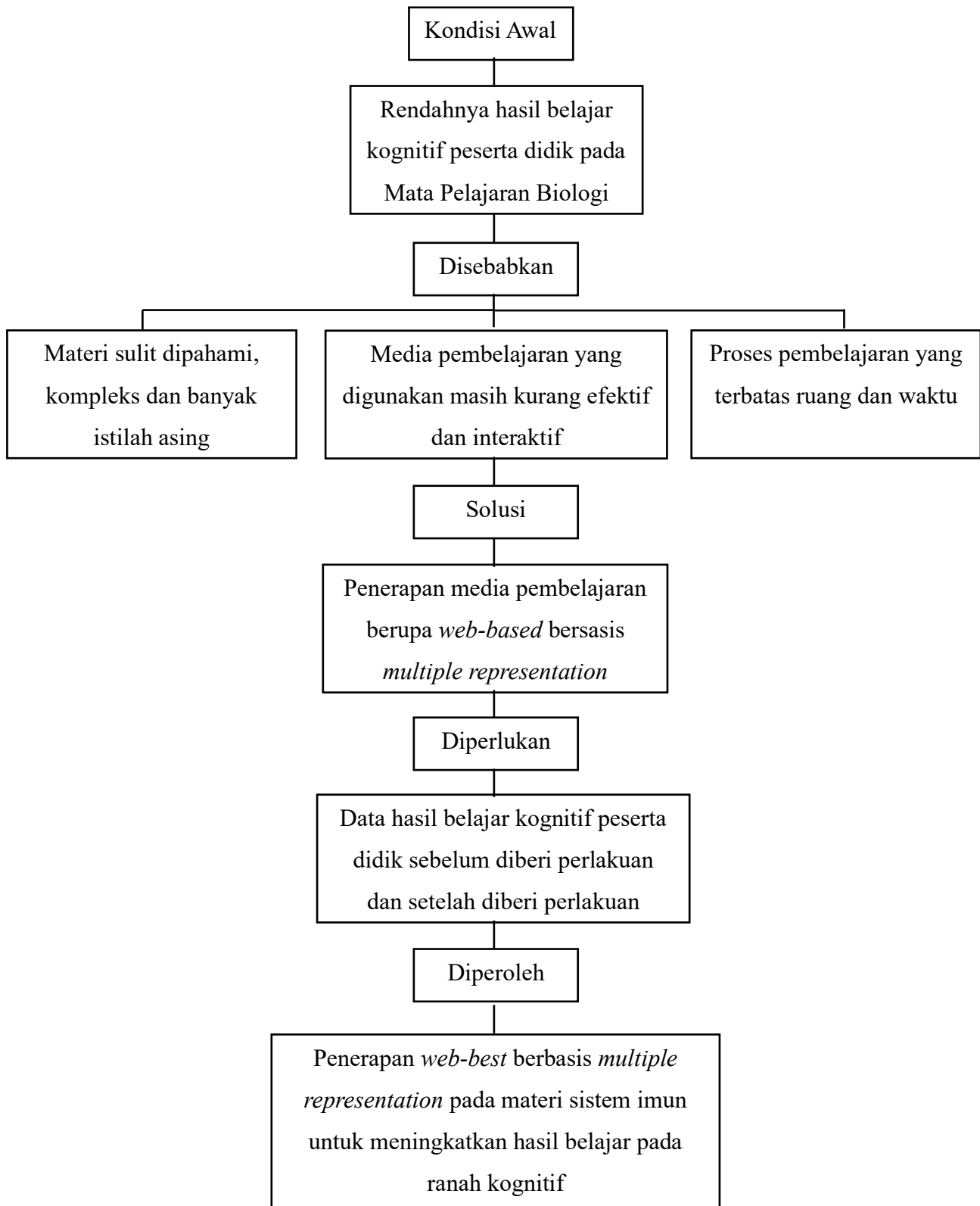
B. Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 2 Hasil Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penulis	Judul	Tahun	Temuan Kebaruan (Novelty)
1	Mazetha Ramadayanty, <i>et al.</i>	Pengembangan <i>E-modul</i> Fisika berbasis <i>Multiple Representation</i> Untuk Melatih Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa	2021	Pembelajaran berbasis <i>multiple representation</i> yang dikembangkan dapat melatih kemampuan dalam memecahkan masalah. Pembelajaran ini telah divalidasi dengan rata-rata persentase sebesar 78% yang termasuk dalam kategori valid serta telah dinyatakan layak untuk digunakan setelah dilakukan beberapa revisi.
2	Abdul Haris, Subandi, Munzil	Pengaruh Pembelajaran Berbasis <i>Multiple Representasi</i> dengan Model <i>Problem Solving</i> Pada Topik <i>Laju Reaksi</i> terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa	2021	Penerapan model pemecahan masalah berbasis <i>multiple presentasi</i> pada topik laju reaksi dapat meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik dibandingkan dengan model tanpa <i>multiple representation</i> . Selain itu, tidak ditemukan hubungan antara kemampuan awal peserta didik dengan hasil belajar kognitif, baik pada model berbasis <i>multiple representation</i> maupun tanpa <i>multiple representation</i> . Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik dengan kemampuan awal tinggi mampu rendah memiliki peluang yang sama untuk mencapai hasil belajar yang lebih baik dengan model <i>problem solver</i> .

No.	Nama Penulis	Judul	Tahun	Temuan Kebaruan (Novelty)
3	Dewi Sartika	Pengembangan Media Pembelajaran Online (<i>Web Based Learning</i>) Materi Menulis Puisi Kelas X MA Darussalam Jombang	2021	Berdasarkan hasil <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> peserta didik, media pembelajaran berbasis online (<i>Web based learning</i>) terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar. Media ini mendapat skor penilaian antara 80%-100%, masuk dalam kategori baik hingga sangat baik.
4.	Dea Chrestella, <i>et al.</i>	Analisa Kemampuan Berpikir Kritis Dan <i>Self Regulation</i> Peserta Didik Melalui Pembelajaran Menggunakan Model Multipel Representasi	2021	Model pembelajaran <i>multiple representation</i> dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis serta kemandirian dalam mempelajari materi biologi, dengan nilai signifikan kurang dari sig a (0,05) (2).
5.	Tiwi Lestari, <i>et al.</i>	Pengembangan E-Booklet Berbasis Elektronik Pada Konsep Sistem Imun Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Di SMAN 1 Alalak	2024	E-booklet konsep sistem imun dinilai sangat sesuai dengan rata-rata skor 4,45 dari para validator, untuk hasil kelayakannya diperoleh rata-rata skor 4,48, dan hasil keterbacaannya sangat baik dengan rata-rata skor 4,56 dari peserta didik. Selain itu, efektivitas E-booklet terlihat dari peningkatan nilai peserta didik, yaitu skor rata-rata 19,81 pada <i>pre-test</i> menjadi 56,96 pada <i>post-test</i> .

C. Kerangka Penelitian



Bagan Penerapan *Web-Based* Berbasis *Multiple Representation* Pada Materi Sistem Imun Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Ranah Kognitif

D. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Penerapan *web-based* berbasis *multiple representation* dalam pembelajaran dapat mempermudah peserta didik dalam memahami materi pembelajaran, mampu meminimalisir kesulitan belajar sehingga mampu meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik secara signifikan.

2. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan asumsi, maka dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

- a. H_0 : Tidak terdapat peningkatan hasil belajar kognitif pada peserta didik yang telah diberikan perlakuan menggunakan *web-based* berbasis *multiple representation*

H_a : Terdapat peningkatan hasil belajar kognitif pada peserta didik yang telah diberikan perlakuan menggunakan *web-based* berbasis *multiple representation*