

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan sains sangat penting untuk mengembangkan sumber daya manusia yang kompetitif di era globalisasi. Kemampuan literasi sains sangat penting untuk memahami dan memanfaatkan konsep ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. (Limiansih *et al.*, 2024). Literasi sains mencakup pemahaman teori dan fakta ilmiah serta kemampuan untuk bernalar, menganalisis data, dan menyelesaikan masalah sains (Zulanwari *et al.*, 2023). Akibatnya, literasi sains menjadi fokus utama sistem pendidikan di banyak negara. Seperti yang ditunjukkan oleh hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 peserta didik Indonesia masih menghadapi masalah besar dalam memahami sains. Menurut laporan (OECD, 2023), dari 81 negara peserta, Indonesia berada di peringkat ke-67, dengan skor sains rata-rata 383, di bawah rata-rata internasional sebesar 500. Kinerja rendah terus-menerus ini menunjukkan bahwa peserta didik menghadapi masalah dalam memahami dan menerapkan konsep ilmiah. Pemahaman ini sangat penting untuk memecahkan masalah dalam dunia nyata. Literasi sains tidak hanya mencakup pemahaman tentang fakta ilmiah, tetapi juga kemampuan untuk berpikir secara ilmiah dan menerapkan ide-ide ke situasi baru. Penelitian telah menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep imunologi karena sifatnya yang abstrak dan kebutuhan untuk mengintegrasikan berbagai tingkat representasi, termasuk aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolis. Ini menjadi salah satu tantangan utama dalam pendidikan biologi, khususnya di Indonesia (Limiansih *et al.*, 2024). Metode pengajaran yang berpusat pada ceramah seringkali tidak berhasil melibatkan peserta didik dalam aktivitas penyelesaian masalah dan berpikir tingkat lanjut, yang membuat peserta didik lebih sulit memahami konsep-konsep ini. (Zulanwari *et al.*, 2023). Salah satu strategi pengajaran yang efektif adalah menggabungkan berbagai representasi ke dalam lingkungan pembelajaran berbasis web untuk mengatasi masalah ini. Penelitian telah menunjukkan bahwa model

pembelajaran yang menggabungkan pembelajaran berbasis masalah dengan berbagai representasi secara signifikan meningkatkan kemampuan peserta didik untuk memecahkan masalah. Ini karena model ini menawarkan berbagai titik masuk kognitif dan meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik (Larasati *et al.*, 2019). Terlepas dari temuan ini, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui seberapa efektif metode pedagogis ini dalam menangani masalah imunologi peserta didik.

Sumber daya manusia yang kompetitif di era globalisasi sangat bergantung pada literasi sains. Kemampuan untuk memecahkan masalah dalam sains adalah komponen penting yang menentukan seberapa baik seseorang dapat memahami dan menerapkan konsep ilmiah dalam dunia nyata. Namun, ada banyak hal yang menghalangi peserta didik untuk memanfaatkan kemampuan ini. Faktor-faktor yang berasal dari luar, seperti metode pengajaran yang tidak efektif dan pendekatan pengajaran yang tidak tepat, juga merupakan penyebab kesulitan yang dihadapi peserta didik. Banyak peserta didik mengembangkan sikap negatif terhadap pembelajaran, mengalami kebosanan, ketakutan, atau bahkan kecemasan terhadap mata pelajaran tertentu, yang pada akhirnya mengganggu kemampuan mereka untuk menyelesaikan masalah (Doly Nasution *et al.*, 2023). Peserta didik Indonesia masih gagal memecahkan masalah. Indonesia menempati peringkat ke-62 dari 70 negara peserta *Programme for International Student Assessment (PISA)*, dengan skor pemecahan masalah rata-rata 403, jauh di bawah rata-rata 493 di seluruh dunia. Selain itu, menurut *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)*, Indonesia menempati peringkat ke-36 dari 42 negara (Ionita & Simatupang, 2020). Karena kemampuan memecahkan masalah merupakan keterampilan penting dalam penyelidikan ilmiah, kurangnya kemampuan ini berdampak langsung pada kualitas sumber daya manusia. Menurut (H. Cahyani & Setyawati, 2017), salah satu penyebabnya adalah peserta didik tidak memiliki kesempatan untuk berpartisipasi dalam kegiatan pemecahan masalah di kelas. Keterampilan pemecahan masalah peserta didik dapat ditingkatkan dengan penguasaan konsep, terutama dalam biologi, yang mencakup konsep abstrak dan konkret. Oleh karena itu, upaya sistematis diperlukan untuk melatih peserta didik dalam penguasaan konsep dan pemecahan masalah (Adinia *et al.*, 2022).

Kemampuan memecahkan masalah adalah keterampilan kognitif yang sangat penting dalam pendidikan sains, termasuk biologi. Namun, penelitian telah menunjukkan bahwa peserta didik masih menghadapi banyak tantangan saat mengembangkan keterampilan ini. Sulit untuk memahami konsep biologi yang abstrak dan kompleks seperti sistem imun, genetika, dan ekologi adalah masalah utamanya. Banyak peserta didik bergantung pada hafalan daripada memahami konsep secara mendalam. Akibatnya, mereka menghadapi kesulitan menerapkan pengetahuan mereka untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan nyata (Robiana & Prasetyo, 2023). Selain itu, pendekatan pembelajaran konvensional yang masih banyak digunakan, seperti latihan soal dan ceramah, cenderung tidak memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis mereka. Peserta didik tidak dapat mengaitkan teori dengan situasi dunia nyata ketika mereka tidak diberikan kesempatan untuk mengeksplorasi konsep biologi secara mandiri atau terlibat dalam diskusi yang mendorong pemecahan masalah (Yulitasari *et al.*, 2023). Peserta didik yang mengalami kesulitan dalam pelajaran biologi menjadi lebih sulit karena tidak ada media pembelajaran interaktif. Agar konsep seperti mekanisme respons imun dan hubungan ekosistem menjadi lebih mudah dipahami, pendekatan visual dan simulasi diperlukan. Namun, peserta didik menghadapi kesulitan dalam memperoleh pemahaman konseptual yang mendalam karena keterbatasan akses terhadap teknologi pembelajaran inovatif di kelas (Yulitasari *et al.*, 2023). Akibatnya, mereka tidak memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mencari solusi terhadap masalah ilmiah. Oleh karena itu, metode pendidikan harus diubah ke arah yang lebih interaktif, seperti pembelajaran berbasis masalah dan integrasi teknologi. Ini akan membantu peserta didik menjadi lebih baik dalam berpikir kritis dan memecahkan masalah, serta memahami dan menerapkan konsep biologi dalam kehidupan sehari-hari.

Penelitian ini memiliki urgensi yang tinggi karena bertujuan untuk mengatasi permasalahan rendahnya literasi sains dan kemampuan pemecahan masalah di kalangan peserta didik Indonesia, terutama pada pembelajaran biologi dengan materi yang kompleks seperti sistem imun. Hasil dari asesmen internasional seperti PISA 2022 dan TIMSS menunjukkan bahwa pencapaian peserta didik Indonesia

dalam hal literasi sains dan *problem solving* masih berada di bawah standar global. Hal ini mencerminkan bahwa banyak peserta didik belum mampu secara maksimal mengaitkan konsep sains dengan situasi nyata dalam kehidupan sehari-hari. Materi sistem imun yang bersifat abstrak membutuhkan pendekatan pembelajaran yang mampu membantu peserta didik memvisualisasikan proses-proses biologis secara lebih konkret. Namun, pendekatan yang masih berfokus pada peran guru dan mengedepankan hafalan belum memberikan hasil yang optimal. Oleh karena itu, penelitian ini dipandang penting karena menawarkan solusi berupa penggunaan media pembelajaran berbasis *web* yang memanfaatkan multiple representasi untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis serta keterampilan pemecahan masalah secara mandiri.

Pembelajaran berbasis *web* memiliki banyak manfaat untuk pendidikan sains, termasuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dan pemahaman konsep mereka. Platform pembelajaran berbasis web memungkinkan peserta didik melihat proses biologis yang kompleks dengan lebih jelas melalui materi yang interaktif dan kaya akan elemen multimedia. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Dianti *et al.*, 2023), platform *e-learning* berbasis *web* dapat meningkatkan motivasi dan minat peserta didik untuk belajar dengan menyediakan berbagai materi instruksional dan fitur interaktif. Selain itu, platform ini memberikan fleksibilitas dalam pembelajaran, yang memungkinkan peserta didik mengakses sumber daya pendidikan kapan saja dan di mana saja mereka mau (Nasution *et al.*, 2022). Selain itu, (Rahayu *et al.*, 2024) menekankan bahwa materi pembelajaran biologi berbasis web memanfaatkan alat bantu visual, animasi, dan simulasi interaktif untuk meningkatkan pemahaman peserta didik tentang konsep biologi abstrak. Selain itu, pembelajaran berbasis web memungkinkan kolaborasi dan interaksi peserta didik-guru dalam waktu nyata, yang mendorong keterlibatan peserta didik dan pembelajaran dengan bantuan teman sebaya (Nasution *et al.*, 2022). Pembelajaran berbasis *web* juga memungkinkan pengalaman belajar yang dipersonalisasi, yang memungkinkan peserta didik melanjutkan pelajaran dengan kecepatan mereka sendiri (Rahayu *et al.*, 2024). Studi menunjukkan bahwa peserta didik yang menggunakan platform berbasis *web* memiliki hasil belajar yang lebih baik dan

retensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan peserta didik yang menggunakan lingkungan pembelajaran tradisional (Dianti *et al.*, 2023). Selain itu, terbukti bahwa peserta didik dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan analitis mereka tentang biologi melalui penggabungan elemen multimedia, seperti kuis interaktif dan simulasi (Rahayu *et al.*, 2024). Mengingat keuntungan ini, pembelajaran berbasis web dengan berbagai representasi dapat membantu peserta didik memahami sistem imun dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah mereka secara keseluruhan dalam pendidikan biologi. Pembelajaran berbasis *web* memiliki beberapa keterbatasan, yang dapat mempengaruhi seberapa efektif itu. Sangat sulit bagi peserta didik untuk bergantung pada infrastruktur teknologi, terutama bagi mereka yang memiliki akses terbatas terhadap internet atau perangkat yang cukup (Kamilah *et al.*, 2023). Selain itu, masalah teknis seperti gangguan server dan bug perangkat lunak dapat mengganggu proses pembelajaran (Maulana *et al.*, 2023). Dalam pembelajaran berbasis *web*, interaksi langsung antara pendidik dan peserta didik juga berkurang. Akibatnya, bimbingan dan umpan balik yang dipersonalisasi menjadi kurang efektif (Kamilah *et al.*, 2023). Pembelajaran mandiri di *platform* ini membutuhkan disiplin yang tinggi, yang dapat menjadi tantangan bagi peserta didik yang tidak terbiasa dengan pembelajaran mandiri (Maulana *et al.*, 2023). Selain itu, desain yang tidak interaktif dapat menyebabkan pembelajaran yang tidak menarik bagi peserta didik yang lebih suka metode tatap muka (Kamilah *et al.*, 2023). Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan manfaatnya, pembelajaran berbasis *web* harus disertai dengan strategi yang memastikan konten interaktif dapat diakses, memberikan dukungan kepada peserta didik, dan terstruktur dengan baik.

Multiple representasi merupakan pendekatan penting dalam pendidikan sains, yang memungkinkan penjelasan konsep melalui berbagai bentuk visualisasi, seperti gambar, diagram, simbol, dan animasi. Namun, studi menunjukkan bahwa sejumlah peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang disampaikan melalui berbagai representasi. Menurut (Nadia *et al.*, 2024), kesulitan utama yang dihadapi peserta didik adalah menghubungkan berbagai tingkat representasi, seperti tingkat makroskopis, mikroskopis, dan simbolis dalam pembelajaran kimia, yang menyebabkan pemahaman yang dangkal tentang konsep

yang sedang dipelajari. Selain itu, integrasi *multiple* representasi yang tidak efektif dalam media pembelajaran sering kali menyulitkan peserta didik untuk menghubungkan informasi yang diberikan. Penelitian menunjukkan bahwa modul elektronik berbasis *multiple* representasi dapat meningkatkan pembelajaran mandiri peserta didik, tetapi efektivitasnya bergantung pada desain dan penyajian yang tepat (Nadia *et al.*, 2024). Materi yang tidak terstruktur dengan baik dapat membingungkan peserta didik, mencegah mereka menghubungkan informasi dari berbagai mode representasi secara efektif, sehingga menghambat penguasaan konsep yang komprehensif. Oleh sebab itu, dibutuhkan strategi pengajaran yang efektif untuk memastikan bahwa berbagai bentuk representasi benar-benar membantu pemahaman peserta didik, bukan justru menjadi kendala tambahan dalam proses belajar.

Banyak penelitian telah mengeksplorasi dampak berbagai pendekatan instruksional terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik dan penggunaan beberapa representasi dalam pendidikan sains. Nafisah *et al.*, (2023) menyelidiki efektivitas model *Project-Based Learning* (PBL) dalam mengajarkan sistem imun, menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam keterampilan pemecahan masalah peserta didik, sebagaimana dibuktikan oleh peningkatan skor rata-rata *pretest* dari 40 menjadi skor *posttest* sebesar 89,5. Demikian pula, Ardiansyah *et al.*, (2022) meneliti integrasi *Problem-Based Learning* (PBL) dengan teknik pemetaan pikiran dalam pendidikan biologi. Temuan mereka mengungkapkan bahwa pendekatan ini memiliki dampak positif yang kuat terhadap kemampuan peserta didik untuk menganalisis dan memecahkan masalah biologis, khususnya dalam imunologi, dengan pengaruh sebesar 91,4% terhadap kemampuan pemecahan masalah. Selain itu, penelitian Purwaningsih & Mubarok (2021) menerapkan model BSCS 5E dengan beberapa representasi dalam studi ekosistem, yang menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah dan kemampuan metakognitif peserta didik meningkat secara signifikan ketika berbagai bentuk representasi diintegrasikan ke dalam pembelajaran. Krisnaningsih *et al.*, (2021) melakukan analisis bibliometrik pada beberapa representasi dalam pemecahan masalah, yang menyoroti meningkatnya minat penelitian dalam pendekatan ini dan efektivitasnya dalam meningkatkan literasi ilmiah dan keterampilan penalaran.

Selain itu, Permana *et al.*, (2021) mengembangkan dan mengevaluasi modul elektronik untuk sistem pencernaan, dan menemukan bahwa integrasi elemen multimedia, seperti simulasi visual dan interaktif, meningkatkan pemahaman serta kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah. Secara keseluruhan, penelitian ini menyoroti pentingnya mengintegrasikan model pembelajaran berfokus peserta didik dengan berbagai representasi dalam pendidikan sains. Meskipun pembelajaran berbasis *web* dan terintegrasi multimedia telah menunjukkan manfaat yang jelas, efektivitas metode ini bergantung pada konten yang terstruktur dengan baik, aksesibilitas, dan strategi pedagogis yang tepat. Penemuan ini menyediakan landasan yang kokoh untuk investigasi lebih lanjut mengenai penerapan model representasi ganda berbasis *web*, guna meningkatkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik dalam bidang imunologi.

Materi sistem imun dalam Biologi merupakan salah satu topik yang membutuhkan kemampuan *problem solving* yang tinggi. Kerumitan materi ini muncul karena keberadaan mekanisme biologis yang sulit diamati secara langsung, seperti proses tanggapan imun, peran berbagai jenis sel kekebalan, serta interaksi antara antigen dengan antibodi. Kesulitan dalam memahami berbagai konsep ini juga dialami oleh peserta didik di kelas XI-2 SMAN 15 Bandung, yang banyak mengalami masalah saat mempelajari sistem imun. Menurut hasil wawancara dengan Ibu Yenny Yuningsih, selaku guru Biologi, metode penilaian *problem solving* yang digunakan selama pembelajaran mencakup studi kasus, diskusi kelompok, dan pengerjaan soal berbasis *problem solving*. Namun demikian, hasil dari evaluasi tersebut mengindikasikan bahwa mayoritas peserta didik masih menghadapi tantangan dalam memahami materi ini. Dalam upaya untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik, dilakukan pra-penelitian dengan menyediakan soal uraian yang berfokus pada *problem solving* kepada 33 peserta didik kelas XI-2 melalui *Google Form*. Dari hasil analisis, hanya 12 peserta didik (36,4%) yang berhasil mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 78, sementara 21 peserta didik lainnya (63,6%) masih belum memenuhi standar tersebut.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat dikatakan bahwa kemampuan peserta didik dalam pemecahan masalah terkait pemahaman materi sistem imun masih berada di tingkat rendah. Beberapa faktor yang berkontribusi terhadap rendahnya

pemahaman peserta didik antara lain kompleksitas konsep sistem imun, keterbatasan dalam visualisasi interaktif, serta kurangnya metode pembelajaran yang secara khusus melatih keterampilan *problem solving*. Karena hal itu, penting untuk mengadakan inovasi dalam proses belajar, seperti menggunakan media berbasis *web* yang menawarkan berbagai bentuk representasi, guna memfasilitasi peserta didik dalam memahami materi tentang sistem imun dengan lebih mendalam dan juga untuk meningkatkan kemampuan mereka dalam menyelesaikan masalah secara mandiri.

Penelitian terdahulu mengungkapkan bahwa penggunaan berbagai representasi dalam pengajaran biologi berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Penelitian mengindikasikan bahwa penggabungan berbagai bentuk representasi, seperti visual, diagram, simbol, dan animasi, dapat membantu peserta didik memahami konsep-konsep yang abstrak dan kompleks, termasuk materi tentang sistem imun (Krisnaningsih *et al.*, 2021; Purwaningsih & Mubarok, 2021). Selain itu, pembelajaran berbasis *web* semakin diakui sebagai metode yang dapat meningkatkan fleksibilitas dan aksesibilitas belajar, memungkinkan peserta didik untuk mengakses sumber belajar secara mandiri dan interaktif (Permana *et al.*, 2021). Namun, terdapat tantangan dalam penerapan pembelajaran berbasis *web* yang perlu diperhatikan, seperti kurangnya interaksi langsung dengan guru, masalah teknologi, serta tuntutan untuk belajar secara mandiri yang cukup tinggi (Kamilah *et al.*, 2023; Maulana *et al.*, 2023). Oleh karena itu, diperlukan strategi pengajaran yang menggabungkan konten yang terstruktur dengan baik, fitur interaktif, dan dukungan asesmen formatif agar pembelajaran berbasis *web* bisa dijalankan dengan maksimal. Seiring bertambahnya permintaan akan pendekatan inovatif dalam pembelajaran sains untuk abad ke-21, penelitian ini bertujuan untuk menciptakan dan menilai sebuah model pembelajaran berbasis *web* yang memanfaatkan berbagai bentuk representasi dalam materi sistem imun. Pendekatan ini diharapkan mampu memberi solusi dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah pada peserta didik, memperkuat literasi sains, serta mendorong kemandirian dalam belajar biologi.

B. Identifikasi Masalah

1. Kemampuan *problem solving* peserta didik pada materi sistem imun masih rendah karena pembelajaran yang diterapkan lebih berfokus pada pemahaman konsep daripada penerapan dalam pemecahan masalah.
2. *Problem solving* perlu ditingkatkan karena banyak peserta didik masih menghadapi kesulitan dalam menyelesaikan masalah pada materi sistem imun, sehingga dibutuhkan pembelajaran yang dapat mendorong peningkatan kemampuan *problem solving*.
3. Materi sistem imun yang kompleks dan abstrak menjadi tantangan bagi peserta didik, karena melibatkan banyak proses biologis yang rumit dan terjadi di dalam sel dan molekul tubuh.
4. Belum banyak penelitian yang mengarahkan pada penggunaan *multiple* representasi dalam pembelajaran biologi, terutama pada topik sistem imun.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan informasi yang telah disampaikan pada latar belakang penelitian, pertanyaan penelitian yang diajukan adalah: “Apakah penerapan *web-based* berbasis *multiple* representasi dapat meningkatkan kemampuan *problem solving* peserta didik pada materi sistem imun?”

D. Batasan Masalah

1. Peserta didik kelas XI IPA di SMAN 15 Bandung menjadi subjek penelitian ini yang mempelajari sistem imun dengan menggunakan media pembelajaran berbasis *web*.
2. Topik penelitian ini memusatkan perhatian pada sistem imun, meliputi struktur dan fungsi komponen sistem imun, mekanisme pertahanan tubuh, serta gangguan dan penyakit yang berhubungan dengan sistem imun.
3. Pengukuran dalam penelitian ini difokuskan pada peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik, yang dianalisis berdasarkan indikator pemecahan masalah ilmiah, seperti merumuskan masalah, mendiagnosis masalah, merumuskan alternatif strategi pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan melakukan evaluasi.

4. *Multiple* representasi dalam penelitian ini mencakup tingkat makroskopik dan mikroskopik untuk membantu peserta didik memahami konsep sistem imun secara lebih komprehensif.

E. Tujuan Penelitian

Menurut permasalahan yang telah dirumuskan, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan kemampuan *problem solving* peserta didik pada materi sistem imun setelah penerapan pembelajaran *web-based* berbasis *multiple* representasi.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis:

- a. Memberikan sumbangsih terhadap pengembangan ilmu pendidikan, terutama dalam penggunaan teknologi pembelajaran berbasis *web* dengan pendekatan *multiple* representasi.
- b. Mengembangkan wawasan tentang seberapa efektif media pembelajaran berbasis *web* dalam mendukung peningkatan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah (*problem solving*).
- c. Menyediakan referensi ilmiah bagi penelitian lebih lanjut yang berfokus pada penerapan multimedia dalam pembelajaran sains.

2. Manfaat Praktis:

a. Bagi Guru

Menjadi acuan dalam merancang strategi pembelajaran yang inovatif dengan memanfaatkan teknologi berbasis *web*, serta memberikan panduan untuk meningkatkan efektivitas pengajaran melalui pendekatan *multiple* representasi.

b. Bagi Peneliti Lain

Berfungsi sebagai rujukan untuk penelitian - penelitian lanjutan dalam bidang pemanfaatan teknologi pembelajaran serta memberikan dasar bagi pengembangan lebih lanjut mengenai penggunaan media berbasis *web* dalam meningkatkan keterampilan *problem solving* peserta didik.

G. Definisi Operasional

Berikut ini adalah definisi operasional dari penelitian ini:

1. Web Based Berbasis *Multiple Representasi*

Untuk konteks penelitian ini, media pembelajaran berbasis *web* yang mengadopsi *multiple representasi* merujuk pada alat pembelajaran yang dikembangkan secara daring untuk menyajikan materi sistem imun dengan berbagai bentuk representasi, seperti verbal (teks dan penjelasan tertulis), visual (gambar, diagram, dan peta konsep), simbolik (grafik, tabel, dan skema), serta interaktif (video animasi, simulasi, dan latihan interaktif). Media ini digunakan dalam pembelajaran peserta didik kelas XI SMA, di mana peserta didik diberikan kesempatan untuk mengakses, mengeksplorasi, dan memahami materi melalui berbagai representasi yang tersedia dalam *web*. Penggunaan *web* ini bertujuan untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih baik serta mendukung peserta didik dalam mengkonstruksi pemahaman mereka terhadap konsep sistem imun. Selama penelitian, *web* ini diterapkan dalam beberapa pertemuan pembelajaran, baik secara mandiri oleh peserta didik maupun dengan bimbingan guru. Efektivitas media ini diukur berdasarkan kelengkapan dan keterpaduan representasi dalam membantu pemahaman konsep, kemudahan akses, serta keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.

2. Problem Solving

Kemampuan pemecahan masalah dalam studi ini mengacu pada kekuatan peserta didik dalam mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan konsep sistem imun setelah menggunakan *web-based* berbasis *multiple representasi*. Kemampuan ini diukur melalui tes yang dikembangkan berdasarkan tahapan pemecahan masalah, yaitu merumuskan masalah, mendiagnosis masalah, merumuskan alternatif strategi pemecahan, pengambilan keputusan, dan melakukan evaluasi. Pada tahap merumuskan masalah, peserta didik diharapkan dapat mengidentifikasi informasi yang tersedia serta memahami inti permasalahan yang dihadapi. Selanjutnya, dalam tahap mendiagnosis masalah, peserta didik perlu menganalisis faktor penyebab serta memahami hubungan antar konsep dalam sistem imun. Kemudian, pada tahap merumuskan alternatif strategi pemecahan, peserta didik harus menyusun berbagai kemungkinan solusi berdasarkan konsep yang telah

dipelajari. Dalam tahap pengambilan keputusan, peserta didik memilih strategi paling efektif untuk menyelesaikan masalah. Terakhir, pada tahap evaluasi, peserta didik menilai ketepatan solusi yang dihasilkan serta merefleksikan langkah-langkah yang telah dilakukan untuk meningkatkan pemahaman mereka. Pengukuran kemampuan *problem solving* dilakukan melalui tes sebelum dan sesudah penggunaan *web*, serta melalui observasi keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran untuk melihat bagaimana mereka menerapkan strategi pemecahan masalah dalam memahami konsep sistem imun.

3. Materi Sistem Imun

Materi sistem imun yang dibahas dalam penelitian ini melibatkan beragam konsep utama tentang cara kerja pertahanan tubuh melawan patogen. Kajian ini dimulai dengan menjelaskan definisi sistem imun sebagai sebuah sistem biologis yang bertugas menjaga tubuh dari infeksi dan penyakit. Selanjutnya, dijelaskan fungsi utama sistem imun dalam mengenali, menyerang, serta menghancurkan patogen untuk menjaga keseimbangan tubuh. Materi juga mencakup organ-organ sistem imun, seperti organ limfoid primer (sumsum tulang dan timus) serta organ limfoid sekunder (limpa dan jaringan limfoid lainnya), yang berperan dalam produksi, pematangan, dan aktivasi sel imun. Selain itu, materi membahas mekanisme pertahanan tubuh yang terbagi menjadi sistem imun spesifik dan non-spesifik. Pertahanan non-spesifik merupakan garis pertahanan pertama yang terdiri dari penghalang fisik seperti kulit dan mukosa, serta pertahanan kimiawi melalui enzim dan pH asam lambung. Sementara itu, pertahanan spesifik melibatkan respons imun adaptif, di mana sel B dan sel T bekerja secara spesifik terhadap antigen tertentu melalui produksi antibodi serta aktivasi sel imun lainnya. Materi ini juga mencakup faktor-faktor yang memengaruhi sistem imun, seperti faktor genetik, pola makan, gaya hidup, stres, dan lingkungan, yang dapat memperkuat atau melemahkan daya tahan tubuh. Selain itu, dibahas pula berbagai gangguan sistem imun, termasuk penyakit autoimun, alergi, dan imunodefisiensi, serta langkah pencegahannya melalui vaksinasi, penerapan pola hidup sehat, dan pengobatan imunoterapi. Materi sistem imun disajikan melalui *platform web-based* berbasis *multiple* representasi, yang memungkinkan peserta didik memahami konsep melalui berbagai bentuk media, seperti teks, gambar, diagram, video

animasi, simulasi interaktif, serta latihan berbasis *problem solving*. Pemahaman peserta didik dievaluasi menggunakan asesmen berbasis pemecahan masalah, sehingga dapat diketahui sejauh mana mereka mampu mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari dalam menyelesaikan permasalahan terkait sistem imun.

H. Sistematika Penulisan Skripsi

Struktur penyusunan skripsi ini memiliki peran yang sangat penting bagi penulis karena membantu memperlancar proses penulisan. Adapun sistematika skripsi dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Bagian ini memberikan gambaran umum mengenai topik yang dibahas, mencakup latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi operasional, serta sistematika skripsi. Rumusan masalah disusun untuk mengarahkan fokus penelitian pada isu utama yang akan dikaji, dan dinyatakan dalam bentuk pertanyaan yang dijawab melalui metode yang dipaparkan pada Bab III.

2. Bab II Kajian Teori dan Kerangka Pemikiran

Bab ini memuat kajian teori, hasil penelitian terdahulu, kerangka pemikiran, serta asumsi, dan hipotesis. Kajian teori yang disajikan berfungsi sebagai landasan untuk menganalisis hasil penelitian yang akan dibahas pada Bab IV.

3. Bab III Metode Penelitian

Bagian ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk pendekatan penelitian, desain penelitian, subjek dan objek penelitian, teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian, teknik analisis data, prosedur penelitian dan jadwal penelitian.

4. Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dari analisis data, serta pembahasan yang didasarkan pada hasil tersebut dan dikaitkan dengan teori yang telah dikaji sebelumnya.

5. Bab V Penutup

Bagian ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran atau rekomendasi yang dapat diberikan untuk peneliti selanjutnya.

6. Bagian Akhir Skripsi

Bagian akhir skripsi terdiri dari:

- a. Daftar Pustaka, yang memuat referensi yang digunakan dalam penelitian.
- b. Daftar Lampiran, yang berisi dokumen pendukung penelitian.
- c. Riwayat Hidup, yang mencantumkan informasi singkat mengenai penulis skripsi.