

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Konsep Pengembangan Model

Penelitian ini merupakan *Research and Development* (R&D). Penelitian dan Pengembangan (R&D) merupakan pendekatan strategis dalam pendidikan modern karena dirancang untuk menghasilkan inovasi yang relevan dengan perkembangan teknologi dan dinamika kebutuhan murid. Pendekatan ini menggabungkan proses penelitian ilmiah dengan pengembangan produk sehingga tidak hanya menciptakan rancangan baru, tetapi juga mengevaluasi efektivitasnya dalam konteks pembelajaran nyata. Penerapan R&D memberikan peluang bagi lembaga pendidikan untuk meningkatkan kualitas layanan melalui pemanfaatan data, pemilihan teknologi terbaru, dan pengembangan produk yang sesuai dengan tuntutan kompetitif (Gustiani & Sriwijaya, 2019; Afriani et al., 2025).

Berbagai model pengembangan telah digunakan dalam penelitian pendidikan. Model Borg & Gall merupakan model yang memaparkan sepuluh langkah pengembangan secara rinci. Model ini menekankan pentingnya uji coba bertahap sebelum produk dinyatakan layak digunakan. Kelebihan model ini adalah kelengkapan prosedurnya sehingga produk yang dihasilkan memiliki validitas tinggi. Kekurangannya adalah membutuhkan waktu, biaya, serta sumber daya yang besar sehingga kurang sesuai digunakan pada penelitian berskala terbatas seperti penelitian kelas (Gall et al., 1983). Model Dick & Carey menempatkan pembelajaran sebagai suatu sistem yang terdiri atas komponen yang saling berinteraksi. Desain instruksional dalam model ini memuat analisis kebutuhan, analisis tujuan, penyusunan strategi pembelajaran, pengembangan materi, serta evaluasi formatif dan sumatif. Model ini menjelaskan bahwa evaluasi memengaruhi seluruh proses desain instruksional. Keunggulannya ada pada sistematika komponen yang terstruktur, namun proses analisis yang kompleks menjadikannya kurang efisien untuk penelitian pengembangan yang memerlukan waktu lebih ringkas (Dick et al., 2014).

Model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) disusun untuk menghasilkan perangkat pembelajaran secara sistematis tetapi tetap efisien. Tahap

define digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan ruang lingkup masalah. Tahap *design* menghasilkan rancangan produk berupa kisi-kisi dan spesifikasi awal. Tahap *develop* dilakukan melalui validasi ahli dan uji coba terbatas. Tahap *disseminate* bertujuan menyebarluaskan produk yang telah dinyatakan layak. Keunggulan model ini terletak pada prosedur yang ringkas namun sistematis sehingga sering digunakan untuk mengembangkan instrumen evaluasi. Kekurangannya adalah tidak ada tahap evaluasi yang mendalam (Thiagarajan et al., 1974).

Model ADDIE merupakan model pengembangan yang fleksibel dan adaptif karena, tidak bersifat kaku sehingga memberikan ruang bagi peneliti untuk menyesuaikan proses pengembangan dengan kebutuhan konteks yang dihadapi. Lima tahapannya terdiri atas *analyze*, *design*, *develop*, *implement*, dan *evaluate*. Tahap *analyze* difokuskan pada identifikasi kebutuhan, karakteristik murid, dan tujuan asesmen. Tahap *design* untuk menyusun strategi teknis pengembangan materi dan instrumen. Tahap *develop* menghasilkan draf produk awal. Tahap *implement* berkaitan dengan penggunaan produk dalam pembelajaran atau uji coba. Tahap *evaluate* mencakup evaluasi formatif dan sumatif untuk menilai kelayakan produk (Branch, 2010; Nur Ilman et al., 2024).

Analisis komparatif keempat model tersebut menunjukkan bahwa model Borg & Gall serta Dick & Carey memiliki kelengkapan prosedur yang kuat, namun keduanya kurang efisien untuk penelitian berskala kecil yang membutuhkan waktu pengembangan lebih ringkas. Model 4D dan ADDIE lebih fleksibel dan sesuai untuk pengembangan instrumen karena memberikan tahapan yang lebih sederhana namun tetap sistematis. Model ADDIE dipilih dalam penelitian ini karena memiliki struktur yang jelas, memiliki tahap implementasi sebagai bentuk penerapan nyata, serta menyediakan mekanisme perbaikan berkelanjutan melalui evaluasi formatif.

Model ADDIE terdiri atas lima tahap yang berkesinambungan untuk memastikan produk yang dikembangkan valid, reliabel, dan praktis. Pertama *Analyze*, merupakan fondasi bagi seluruh proses desain pembelajaran maupun pengembangan instrumen. Peneliti mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah, menelusuri sumber permasalahan, serta menentukan alternatif solusi yang mungkin. Kegiatan analisis mencakup analisis kebutuhan, analisis tujuan, analisis

tugas, dan analisis karakteristik murid. Tahap ini juga meliputi analisis materi, analisis kebutuhan instrumen tes. Hasil dari analisis berupa tujuan pembelajaran dan daftar tugas atau kompetensi yang akan diukur, yang selanjutnya menjadi dasar bagi tahap desain berikutnya sehingga instrumen atau pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik literasi mikrobiologi (Branch, 2010; Widyastuti & Susiana, 2019).

Kedua *Design*, merupakan tahap perancangan kerangka pengembangan berdasarkan hasil analisis sebelumnya. Perancang menentukan instrumen yang akan disusun, agar sesuai dengan tujuan yang telah diidentifikasi. Kegiatan yang dilakukan mencakup penyusunan kisi-kisi, pemilihan indikator, penentuan format butir, serta perancangan rubrik penilaian. Hasil tahap ini adalah rancangan komprehensif yang menjadi acuan dalam proses pengembangan selanjutnya, memastikan bahwa instruksi maupun instrumen tersusun secara sistematis untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Branch, 2010; Cheung, 2016).

Ketiga *Develop*, merupakan tahap yang mulai merealisasikan rancangan menjadi produk awal, termasuk menyiapkan materi, instrumen, serta contoh-contoh yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan teknologi yang akan digunakan, lengkap dengan rencana cadangan bila teknologi utama tidak berfungsi. Instrumen yang dikembangkan kemudian divalidasi oleh para ahli untuk menilai kelayakan konten, konstruksi, dan kebahasaan. Uji coba terbatas dilakukan guna memperoleh data empiris mengenai validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Hasil validasi dan uji coba tersebut menjadi dasar penyempurnaan produk sehingga siap digunakan pada tahap berikutnya (Branch, 2010; Aldoobie, 2015).

Keempat *Implement*, merupakan tahap penerapan produk dalam situasi nyata, yaitu ketika instrumen benar-benar digunakan oleh guru dan murid. Guru memastikan bahwa murid memahami materi atau instruksi, memfasilitasi pelaksanaan kegiatan, serta mengamati bagaimana murid mengaplikasikan pengetahuan yang diberikan. Implementasi mencakup administrasi instrumen di kelas, pelatihan pengguna, atau penggunaan instrumen dalam evaluasi formatif. Aspek penting tahap ini adalah pengamatan dan pendokumentasian perilaku belajar, kinerja, serta sikap murid, karena informasi tersebut penting sebagai

masukannya untuk proses evaluasi di tahap berikutnya. (Branch, 2010; Yeh & Tseng, 2019)

Kelima *Evaluate*, merupakan tahap penilaian menyeluruh terhadap efektivitas instrumen. Evaluasi dilakukan dalam dua bentuk, formatif dan sumatif. Evaluasi formatif berlangsung di setiap tahap pengembangan untuk mengidentifikasi kelemahan dan kebutuhan perbaikan, sementara evaluasi sumatif dilakukan setelah implementasi guna menilai kualitas akhir produk serta pencapaian tujuan pembelajaran. Pengembang meninjau dampak proses pembelajaran, ketercapaian tujuan, serta menentukan perubahan atau penyempurnaan yang diperlukan untuk penggunaan di masa mendatang. Tahap evaluasi memastikan bahwa produk instrumen yang dihasilkan memiliki kualitas yang konsisten dan efektif digunakan. (Branch, 2010; Budoya et al., 2019).

B. Konsep Model yang Dikembangkan

1. Literasi Mikrobiologi

Literasi mikrobiologi merupakan kemampuan untuk memahami konsep dasar mikroorganisme, menjelaskan fenomena biologis yang melibatkan mikroba, serta menerapkan pengetahuan tersebut dalam konteks kehidupan sehari-hari dan isu-isu global. Literasi ini juga mencakup kesadaran terhadap peran positif dan negatif mikroorganisme dalam menjaga keseimbangan ekosistem, kesehatan manusia, serta keberlanjutan lingkungan (Timmis et al., 2019; Rachmatullah et al., 2016). Dalam konteks pendidikan, literasi mikrobiologi berperan penting dalam membentuk murid yang mampu berpikir ilmiah, mengambil keputusan berbasis bukti, dan berpartisipasi aktif dalam isu-isu bioteknologi dan lingkungan (Schweitzer et al., 2025; Amorim et al., 2025).

Ruang lingkup mikrobiologi pada jenjang sekolah menengah dalam beberapa tahun terakhir dipandang semakin penting untuk dikaitkan dengan tantangan global seperti penyakit menular, resistensi antibiotik, keamanan pangan, dan keberlanjutan lingkungan. Kajian terbaru menekankan bahwa pendidikan mikrobiologi di sekolah menengah tidak cukup hanya menyajikan definisi dan klasifikasi mikroorganisme, tetapi perlu mencakup pemahaman tentang peran mikroba dalam kesehatan (misalnya infeksi dan resistensi antibiotik), dalam sistem

pangan (fermentasi, keamanan pangan), serta dalam ekosistem dan siklus materi. Sejalan dengan pendekatan literasi mikrobiologi yang berkembang setelah 2015, konten mikrobiologi di tingkat sekolah diarahkan agar murid mampu menghubungkan konsep mikroorganisme dengan pengambilan keputusan sehari-hari yang berkaitan dengan perilaku higienis, penggunaan antibiotik secara bijak, dan kepedulian terhadap lingkungan (Amorim et al., 2025; Mustofa et al., 2025; Rachmatullah et al., 2016). Pemahaman ini menjadi dasar bagi pengembangan sikap ilmiah yang kritis dan bertanggung jawab terhadap peran mikroorganisme di bumi.

Penelitian ini menggunakan kerangka yang dimodifikasi dari empat dimensi literasi biologi oleh Uno & Bybee (1994) sebagai landasan konseptual dalam pengembangan instrumen tes literasi mikrobiologi. Kerangka ini menjelaskan tingkatan perkembangan pemahaman ilmiah murid dari tingkat paling dasar hingga kompleks. Tingkat pertama adalah nominal, merupakan kemampuan awal murid dalam mengenali konsep-konsep biologi tanpa pemahaman mendalam tentang makna atau penggunaannya. Murid dapat membedakan istilah-istilah biologi dan menunjukkan pengetahuan dasar. Mencakup kemampuan mengidentifikasi istilah serta konsep dasar, termasuk mengenali jenis-jenis mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan jamur (Nihlah et al., 2024; Anakara, 2021).

Tingkat kedua adalah fungsional, merupakan kemampuan murid untuk menjelaskan makna konsep biologi dari berbagai sudut pandang serta memahami kegunaannya dalam konteks nyata. Murid tidak hanya mengenali istilah, tetapi dapat menjelaskan fungsi dan peran biologisnya. Kemampuan murid menjelaskan peran mikroorganisme dalam kehidupan sehari-hari, seperti proses fermentasi, dekomposisi, dan simbiosis (Uno & Bybee, 1994; Indriani et al., 2024). Tingkat ketiga adalah struktural, merupakan kemampuan murid untuk memahami kerangka konsep utama dalam sains serta menerapkannya untuk memperluas pemahaman terhadap suatu bidang. Murid tidak hanya mengetahui konsep, tetapi juga mampu melihat keterhubungan antar konsep, memahami prosedur ilmiah, serta mengenali keterkaitan dengan perkembangan teknologi. Kemampuan memahami hubungan antara konsep mikrobiologi dan sistem biologis lain, misalnya bagaimana struktur

sel mikroba berkaitan dengan fungsi fisiologisnya (Perdila Anggaresta et al., 2025; Aquino et al., 2025).

Tingkat keempat adalah multidimensional, merupakan kemampuan menghubungkan biologi dengan berbagai disiplin ilmu lain sekaligus memahami keterkaitan antara perkembangan biologi dan kehidupan masyarakat. Integrasi ini tampak ketika seseorang mampu menerapkan konsep mikrobiologi untuk membaca dan menjelaskan isu-isu sosial maupun global, seperti resistensi antibiotik, bioteknologi, keamanan pangan, dan keberlanjutan lingkungan, serta menimbang dampaknya bagi kesehatan, lingkungan, dan kebijakan publik. (Faros et al., 2025; Djamahar et al., 2021). Keempat dimensi ini menjadi dasar dalam penyusunan indikator dan butir-butir soal instrumen tes literasi mikrobiologi, sehingga pengukuran yang dilakukan dapat merepresentasikan perkembangan literasi murid secara menyeluruh.

2. Prinsip Instrumen Tes

Pengembangan instrumen tes harus berlandaskan prinsip-prinsip yang baik sehingga instrumen yang dihasilkan valid, reliabel, praktis, dan mampu memberikan hasil pengukuran yang bermakna (Arikunto, 2009; Arbeni et al., 2025; Trianita & Zaim, 2019).

a) Validitas

Merupakan gambaran sejauh mana data yang dikumpulkan oleh suatu instrumen benar-benar mencakup area yang diteliti dan mampu mengukur apa yang memang dimaksud untuk diukur. Validitas menunjukkan ketepatan dan akurasi instrumen dalam menjalankan fungsinya. Validitas merujuk pada sejauh mana instrumen mampu mengukur literasi mikrobiologi sesuai dengan dimensi atau aspek yang telah ditetapkan. Validitas dapat ditinjau melalui beberapa jenis, termasuk *face validity*, *content validity*, *construct validity*, dan *criterion validity* (Jumini et al., 2024; Hamed Taherdoost & Lumpur, 2016).

Face validity merupakan bentuk validitas yang didasarkan pada penilaian subjektif, baik dari peneliti maupun pihak non-ahli seperti peserta tes, mengenai sejauh mana instrumen tampak berfungsi sebagaimana mestinya dan relevan dengan konstruk yang diukur. Validitas ini menilai apakah butir-butir instrumen secara kasat mata terlihat wajar, jelas, dan sesuai dengan tujuan pengukuran.

Penilaian tersebut mencakup aspek keterbacaan, kejelasan bahasa, konsistensi tampilan, serta apakah item tampak logis dan tidak menimbulkan ambiguitas. *Face validity* menilai kesan awal instrumen dari sudut pandang pengguna dan peneliti, berdasarkan intuisi, pengalaman, dan persepsi mereka terhadap kelayakan operasionalisasi konstruk (Hamed Taherdoost & Lumpur, 2016; Sürücü & Maslakçi, 2020).

Content validity merupakan bentuk validitas kualitatif yang menilai sejauh mana butir-butir dalam suatu instrumen benar-benar merepresentasikan fenomena atau domain konten yang hendak diukur. Validitas ini berfokus pada kesesuaian setiap item dengan tujuan pengukuran, sehingga instrumen mencakup seluruh aspek yang relevan sekaligus menyingkirkan butir yang tidak sesuai dengan konstruk. Validitas isi berperan penting untuk memastikan bahwa ekspresi atau pernyataan dalam instrumen tepat, akurat, dan mampu menggambarkan dimensi konsep secara menyeluruh. Validitas ini membantu menghasilkan instrumen yang berkualitas, relevan, dan mampu mengukur perilaku atau karakteristik yang dimaksud secara tepat (Hamed Taherdoost & Lumpur, 2016; Sürücü & Maslakçi, 2020).

Validitas konstruk merujuk pada sejauh mana suatu instrumen mampu mengukur konsep, perilaku, gagasan, atau kualitas teoretis yang memang menjadi sasaran pengukuran. Validitas ini menunjukkan kemampuan instrumen untuk membedakan individu yang memiliki atau tidak memiliki karakteristik yang diukur, sehingga konstruk tersebut benar-benar dapat terungkap melalui hasil pengukuran. Sebuah instrumen dikatakan memiliki validitas konstruk ketika skor yang dihasilkan sejalan dengan karakteristik yang seharusnya ditampilkan oleh responden (Hamed Taherdoost & Lumpur, 2016; Sürücü & Maslakçi, 2020).

Validitas kriteria merujuk pada sejauh mana skor suatu instrumen berkaitan dengan suatu kriteria eksternal yang telah diakui sebagai ukuran baku atau *gold standard*. Validitas ini menekankan aspek praktis dari pengukuran, yakni kemampuan instrumen untuk membedakan individu berdasarkan karakteristik tertentu atau memprediksi hasil di masa depan. Instrumen dianggap memiliki validitas kriteria apabila skor yang dihasilkan mampu memprediksi atau berkorelasi secara signifikan dengan variabel kriteria yang relevan, misalnya, kinerja kerja atau perilaku aktual, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

Inti validitas kriteria terletak pada hubungan empiris antara skor tes dan skor pada kriteria eksternal yang sesuai. (Hamed Taherdoost & Lumpur, 2016; Souza et al., 2017).

b) Reliabilitas atau keandalan

Mengacu pada sejauh mana suatu instrumen mampu menghasilkan hasil pengukuran yang stabil dan konsisten. Stabilitas ini terlihat ketika pengukuran yang dilakukan berulang kali dalam kondisi yang sama memberikan nilai yang tetap, serta ketika butir-butir dalam instrumen yang mengukur konstruk yang sama menunjukkan konsistensi satu sama lain. Reliabilitas tidak hanya merupakan sifat dari alat ukurnya, tetapi juga tercermin pada hasil yang dihasilkan, yakni konsistensi pengukuran baik antar waktu maupun antar butir dalam instrumen. (Hamed Taherdoost & Lumpur, 2016; Sürücü & Maslakçi, 2020).

c) Praktikalitas

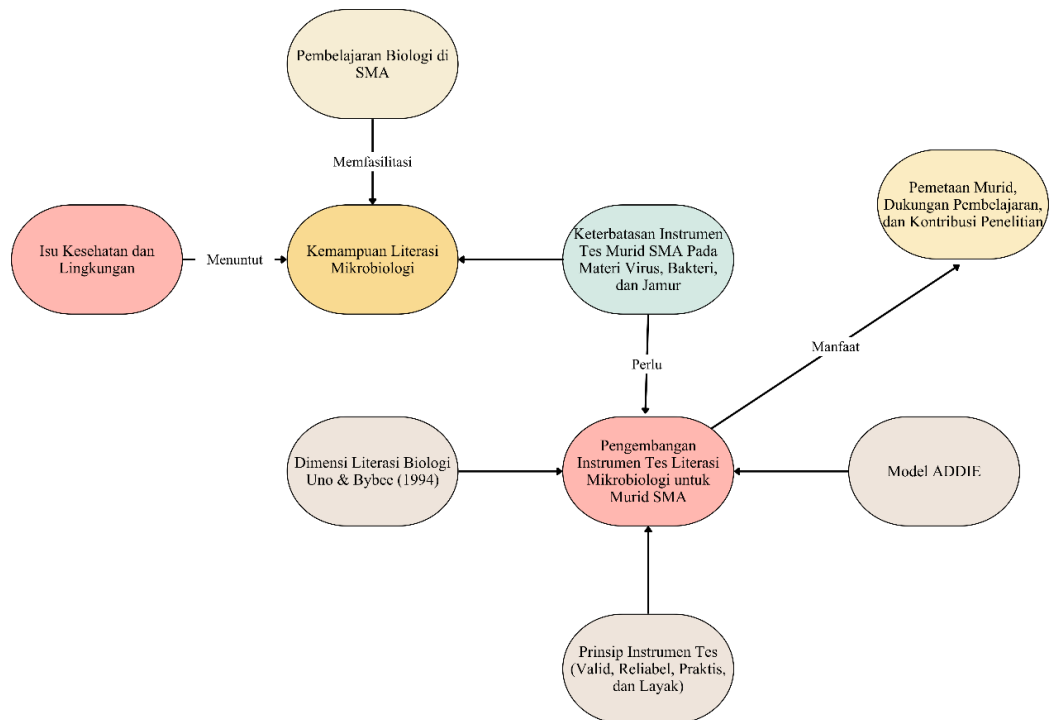
Praktikalitas merupakan salah satu kriteria utama dalam menilai kualitas sebuah instrumen, yang menekankan sejauh mana instrumen tersebut dapat digunakan secara efisien, mudah, dan sesuai dengan sumber daya yang tersedia. Instrumen dikatakan praktis apabila tidak memerlukan biaya besar, tidak memakan waktu berlebihan, memiliki prosedur yang jelas, serta dapat diadministrasikan dan dinilai tanpa menimbulkan beban yang tidak perlu bagi pengguna. Praktikalitas juga mencakup pertimbangan terhadap ketersediaan waktu, anggaran, tenaga pengajar, jumlah peserta, serta kelengkapan sarana pendukung. Praktikalitas tercermin dari kemudahan guru dan murid dalam memahami instrumen, menjalankannya, serta memperoleh hasil yang dapat diproses dengan jelas dan efisien. Penilaian praktikalitas dapat dilakukan baik dari perspektif fasilitator maupun murid untuk memastikan bahwa instrumen benar-benar dapat diterapkan secara efektif dan operasional di lapangan tanpa hambatan berarti. (Siahaan et al., 2022; Susan Kadir & Zaim, 2019).

C. Kerangka Berpikir

Isu kesehatan masyarakat saat ini banyak melibatkan mikroorganisme, seperti penyakit infeksi, wabah, dan resistensi antibiotik, yang sekaligus berkaitan dengan keamanan pangan dan keberlanjutan lingkungan. Kondisi ini menuntut

warga, termasuk murid, memiliki kemampuan memahami peran mikroorganisme dan dampaknya terhadap kehidupan sehari-hari agar dapat mengambil keputusan yang lebih bertanggung jawab terkait kesehatan, pangan, dan lingkungan. Pembelajaran biologi di SMA perlu mengembangkan literasi mikrobiologi, bukan hanya pada tingkat hafalan, tetapi sampai pada pemahaman hubungan antar konsep dan kemampuan menerapkannya pada isu-isu nyata. Instrumen untuk mengukur literasi mikrobiologi murid SMA masih terbatas, khususnya pada materi virus, bakteri dan jamur. Instrumen yang ada banyak dikembangkan untuk jenjang perguruan tinggi.

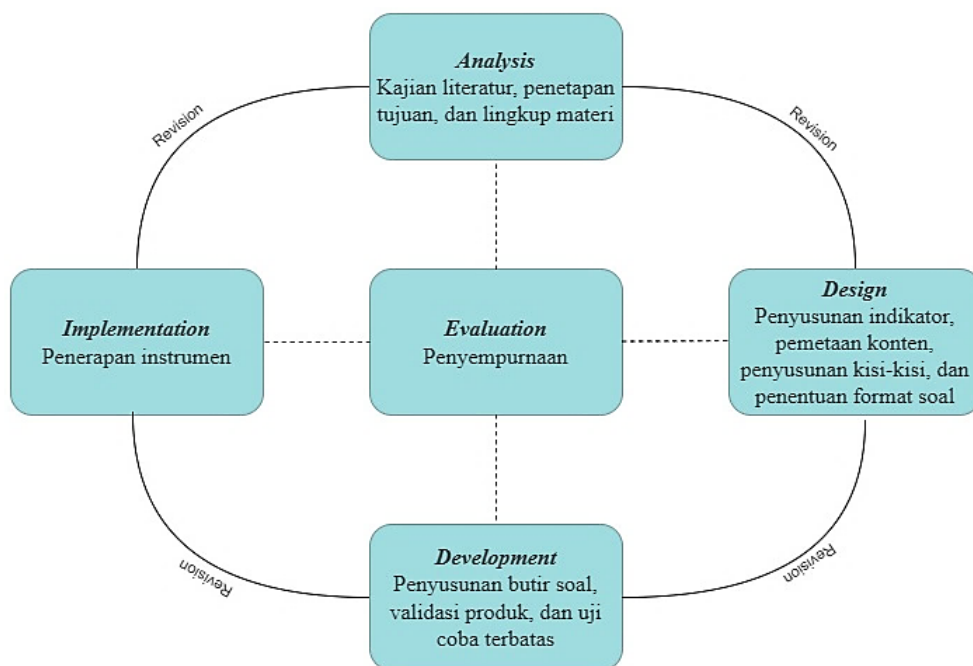
Penelitian ini mengadaptasi empat dimensi literasi biologi Uno & Bybee (1994) (nominal, fungsional, struktural, multidimensional) sebagai dasar dalam menyusun indikator dan butir soal literasi mikrobiologi. Prinsip instrumen tes yang menekankan validitas, reliabilitas, kelayakan, dan praktikalitas digunakan untuk memastikan instrumen tes yang dikembangkan mampu mengukur kemampuan literasi murid secara akurat dan dapat diimplementasikan di sekolah. Model pengembangan ADDIE dipilih karena fleksibel dan adaptif, yakni proses pengembangannya disesuaikan dengan kebutuhan konteks yang dihadapi serta produk yang dihasilkan dapat direvisi secara iteratif melalui validasi ahli dan uji coba terbatas. Luaran penelitian ini, yaitu instrumen tes literasi mikrobiologi untuk murid SMA yang valid, reliabel, layak, dan praktis dengan menggunakan Google Form. Instrumen ini berfungsi untuk memetakan kemampuan literasi mikrobiologi murid, khususnya pada materi virus, bakteri, dan jamur. Skema kerangka berpikir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Berpikir Pengembangan Instrumen Tes Literasi Mikrobiologi untuk Murid SMA

D. Rancangan Model

Prosedur pengembangan instrumen tes literasi mikrobiologi dalam penelitian ini mengadaptasi model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Model ini dipilih karena bersifat sistematis, fleksibel, dan memungkinkan evaluasi berulang, sehingga produk yang dihasilkan diharapkan valid, reliabel, dan praktis digunakan. Alur prosedur pengembangan instrumen secara rinci dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Prosedur Pengembangan Instrumen Tes Literasi Mikrobiologi untuk Murid SMA

Pengembangan instrumen dimulai dengan tahap *Analysis*, yang bertujuan memahami kebutuhan pengembangan secara menyeluruh. Tahap ini dilakukan melalui kajian literatur untuk mengidentifikasi kebutuhan pengembangan instrumen tes untuk mengukur literasi mikrobiologi melalui jurnal penelitian yang telah ada. Hasil kajian literatur ini menjadi dasar dalam menetapkan tujuan pengukuran dan lingkup materi yang akan diukur.

Tahap *Design* difokuskan pada perancangan teknis instrumen. Aktivitas pada tahap ini meliputi penyusunan indikator dan pemetaan konten berdasarkan empat dimensi literasi biologi Uno & Bybee (1994). Tahap ini juga mencakup penyusunan kisi-kisi instrumen, format soal, rubrik penilaian, serta penentuan jenis dan jumlah butir soal untuk mengukur pemahaman konseptual murid. Tahap *Development*, produk awal dihasilkan melalui penyusunan butir soal. Produk kemudian divalidasi oleh ahli biologi dan ahli pendidikan. Uji coba terbatas dilakukan pada murid SMA. Data uji coba dianalisis untuk menilai validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda setiap butir soal.

Tahap *Implementation* mencakup penerapan instrumen dalam konteks pembelajaran nyata untuk mengamati efektivitasnya. Tahap *Evaluation* mencakup evaluasi formatif selama proses pengembangan serta evaluasi sumatif setelah implementasi. Masukan dari literatur dan hasil uji coba digunakan sebagai dasar penyempurnaan akhir instrumen. Penerapan seluruh tahap ADDIE berbasis kajian literatur diharapkan menghasilkan instrumen tes literasi mikrobiologi yang valid, reliabel, dan praktis. Instrumen ini diharapkan mendukung guru dalam merancang pembelajaran yang lebih efektif.

