

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. *Multiple Representasi*

Multiple representasi merupakan pendekatan pembelajaran yang menyajikan suatu konsep melalui berbagai bentuk representasi yang saling melengkapi, seperti teks, gambar, tabel, video, dan peta konsep. Setiap bentuk representasi memiliki fungsi yang berbeda sehingga peserta didik dapat memahami materi dari berbagai sudut pandang. Chusni et al. (2022) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis *multiple representasi* mampu melatih kemampuan berpikir kritis karena peserta didik terbiasa menghubungkan, menafsirkan, serta mengevaluasi informasi yang disajikan dalam berbagai bentuk. Temuan tersebut diperkuat oleh Rahman (2021) yang menunjukkan bahwa penggunaan video sebagai salah satu bentuk representasi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis karena konsep yang sulit diamati secara langsung menjadi lebih mudah divisualisasikan. Fitriani et al. (2023) juga menyatakan bahwa konsep-konsep yang bersifat abstrak lebih mudah dipahami apabila disajikan melalui berbagai bentuk representasi sehingga peserta didik memperoleh lebih banyak cara untuk memahami informasi secara menyeluruh.

Pemahaman konsep dapat dibangun secara lebih utuh melalui penyajian materi dalam berbagai bentuk representasi sehingga peserta didik tidak hanya menghafal informasi, tetapi juga mampu melihat hubungan antarkonsep. Karakteristik tersebut sangat dibutuhkan pada materi sistem koordinasi indera yang memuat banyak konsep abstrak dan saling berkaitan. Permatasari et al. (2022) menjelaskan bahwa *multiple representasi* membantu peserta didik mengonstruksi pengetahuan melalui beberapa jalur informasi yang saling melengkapi sehingga konsep sains lebih mudah dipahami. Sejalan dengan temuan tersebut, Ramadhani (2024) melaporkan bahwa penerapan *multiple representasi* mampu meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik. Hasil

penelitian Haris et al. (2021) juga memperlihatkan bahwa berbagai bentuk representasi dapat membantu menjelaskan konsep-konsep yang bersifat abstrak sehingga kesulitan belajar pada ranah kognitif dapat dikurangi.

Pentingnya penggunaan berbagai bentuk representasi telah dijelaskan oleh Johnstone (1991) yang menyatakan bahwa pemahaman konsep sains akan lebih baik apabila materi disajikan melalui lebih dari satu representasi. Pada pembelajaran biologi, konsep tidak cukup dipahami hanya dari apa yang tampak secara langsung karena banyak fenomena berlangsung pada tingkat yang berbeda. Treagust dan Tsui (2013) membagi representasi dalam pembelajaran biologi menjadi empat level, yaitu level makroskopis, mikroskopis, submikroskopis, dan simbolis. Level makroskopis menggambarkan struktur maupun proses biologis yang dapat diamati secara langsung tanpa bantuan alat. Level mikroskopis berkaitan dengan objek biologis berukuran sangat kecil yang hanya dapat diamati menggunakan mikroskop. Level submikroskopis menjelaskan proses yang terjadi pada tingkat molekul, seperti DNA, protein, enzim, maupun senyawa biokimia yang berperan dalam berbagai aktivitas kehidupan. Sementara itu, level simbolis digunakan untuk menjelaskan konsep melalui simbol, rumus, bagan, jalur metabolisme, genotipe, grafik, maupun model konseptual. Contoh representasi pada level makroskopis dapat berupa pengamatan langsung terhadap fenomena yang terjadi di lingkungan maupun hasil percobaan sederhana (Guci et al., 2017). Representasi submikroskopis digunakan untuk menjelaskan proses yang tidak dapat diamati secara langsung, misalnya perpindahan proton ketika suatu asam atau basa dilarutkan ke dalam air (Sari & Helsy, 2018). Sementara itu, level simbolis memanfaatkan grafik, model, persamaan, notasi, maupun rumus untuk menjelaskan suatu konsep secara lebih sederhana dan sistematis (Zidny et al., 2015). Adapun *multiple* representasi dapat disajikan melalui beberapa representasi seperti:

a. Peta konsep

Peta konsep merupakan suatu strategi belajar untuk menyusun dan mengorganisir informasi secara visual, sehingga mempermudah pemahaman (Widiyono, 2021). Selain itu, Hidayat et al. (2021) menyatakan bahwa peta

konsep digunakan untuk membantu murid mengorganisasi informasi secara sistematis sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif. Selaras dengan pendapat Sianturi *et al.* (2021), peta konsep dapat dijadikan sebagai landasan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran karena mampu menyusun konsep-konsep pembelajaran secara runtut dan terarah. Hutahaeen *et al.* (2022) juga menjelaskan bahwa peta konsep mempermudah murid memahami keterikatan antar konsep melalui pembelajaran yang lebih terstruktur.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan peta konsep dapat mengembangkan hasil belajar dan aktivitas murid dalam pembelajaran. Hidayat *et al.* (2021) dalam penelitian meta-analisis mengungkapkan bahwa metode pembelajaran peta konsep berdampak positif terhadap hasil belajar murid karena materi menjadi lebih mudah dipahami dan terorganisasi. Selain itu, menurut Irhadtanto *et al.* (2022), penerapan model pembelajaran peta konsep berbantuan media visual berpengaruh dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik karena menciptakan pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif. Penelitian Nurlaili *et al.* (2024) juga mengindikasikan bahwa penerapan pembelajaran berbantuan peta konsep mampu mengembangkan efektivitas belajar karena penyajian materi lebih terstruktur dan memudahkan murid dalam memahami konsep.

Penggunaan peta konsep dalam pembelajaran memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Menurut Hidayat *et al.* (2021), kelebihan peta konsep yaitu membantu murid memahami hubungan antar konsep, meningkatkan daya ingat, dan mempermudah proses penyusunan informasi. Selain itu, Nurlaili *et al.* (2024) mengungkapkan bahwa peta konsep memudahkan murid memahami pokok-pokok materi pembelajaran karena penyajian konsep dibuat secara ringkas dan terstruktur. Akan tetapi, penerapan peta konsep juga memiliki keterbatasan, diantaranya memerlukan waktu yang cukup lama dalam proses penyusunan serta menuntut kemampuan murid dalam mengaitkan tiap konsep secara tepat. Oleh karena itu, penerapan peta konsep dalam pembelajaran dapat membantu murid memahami materi secara lebih sistematis dan meningkatkan efektivitas pembelajaran.

b. Gambar

Gambar merupakan media visual yang diterapkan untuk menyampaikan keterangan dalam pembelajaran agar lebih mudah dipahami murid. Media gambar dapat memfasilitasi murid memahami materi menggunakan representasi visual yang konkret dan menarik (Utami, 2020). Media gambar adalah alat bantu pembelajaran yang menampilkan objek, situasi, atau konsep tertentu dalam bentuk visual sehingga dapat meningkatkan perhatian dan pemahaman murid terhadap materi pembelajaran (Baunsele *et al.*, 2023). Selaras dengan pendapat Daryanti dan Taufina (2020) menyatakan bahwa penggunaan gambar dalam pembelajaran mampu membantu murid mengenali fakta dan konsep secara lebih nyata melalui tampilan visual yang sistematis. Media gambar bertujuan untuk memperjelas materi pembelajaran, meningkatkan minat belajar, serta memudahkan murid dalam mengingat informasi yang telah diajarkan (Maduwu *et al.*, 2025).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa penerapan media gambar dapat mengembangkan hasil belajar murid karena materi disajikan secara lebih menarik dan mudah dipahami (Susanti, 2019). Hasil penelitian Nur (2024) mengungkapkan bahwa media gambar mampu mengoptimalkan pencapaian hasil belajar murid pada pembelajaran IPA. Selain itu, Rohmawati dan Mahmuda (2025) mengungkapkan bahwa media gambar dapat menumbuhkan minat belajar murid sekaligus membantu guru membangun proses pembelajaran yang lebih aktif dan inovatif.

Penggunaan media gambar dalam pembelajaran memiliki sejumlah kelebihan dan kekurangan. Kelebihan media gambar yakni, 1) nyata dan dapat dilihat atau dirasakan secara langsung, 2) Gambar dapat membantu mewujudkan hal-hal yang bersifat abstrak agar lebih mudah dipahami, 3) Gambar dapat membuat suatu yang kompleks dapat dijelaskan dengan sederhana, 4) Ekonomis dan mudah digunakan. Adapun kekurangan pada media gambar, yaitu 1) Gambar difokuskan pada indra penglihatan, 2) Gambar yang konkret sulit diwujudkan, 3) Ukuran yang disajikan terbatas sehingga memengaruhi kejelasan informasi yang ditampilkan (Arrosyad *et al.*, 2023). Selain itu media gambar memiliki manfaat yaitu, 1) Pemilihan media

pembelajaran yang sesuai dapat membantu menarik perhatian murid, 2) Mendorong minat belajar murid, 3) Mendorong kreativitas murid dalam memahami konsep dengan cara yang lebih interaktif, 4) Bagi guru, media yang konkret juga dapat membantu memperjelas penyampaian materi kepada murid (Arrosyad *et al.*, 2023).

c. Video

Video merupakan salah satu media pembelajaran audiovisual yang menyajikan informasi melalui kombinasi gambar bergerak dan suara secara simultan, sehingga dapat mempermudah murid memahami materi pembelajaran dengan lebih menarik. Media video memungkinkan murid mengamati suatu proses atau peristiwa secara lebih nyata karena dapat ditampilkan berulang sesuai kebutuhan belajar murid (Hudain *et al.*, 2023). Selain itu, video pembelajaran dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif karena memadukan unsur visual, audio, animasi, dan teks dalam satu media pembelajaran (Salutri *et al.*, 2023).

Pemanfaatan video dalam kegiatan pembelajaran juga terbukti dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar murid. Penelitian yang dilakukan oleh Rahayu *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa penggunaan video pada pembelajaran berdampak positif pada motivasi belajar dan hasil belajar murid karena materi dapat disajikan secara lebih menarik dan mudah dipahami. Selaras dengan penelitian Wahyuni dan Triana (2023), penerapan media video dapat meningkatkan ketertarikan murid selama proses pembelajaran berlangsung. Selain itu, penelitian Makmur *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa pemanfaatan video pembelajaran memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan motivasi belajar serta keaktifan murid dalam mengikuti proses pembelajaran.

Dalam penerapannya, media video memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan media video antara lain: 1) dapat meningkatkan motivasi serta ketertarikan belajar murid, 2) dapat menyajikan objek atau proses yang sulit diamati secara langsung, 3) memudahkan murid memahami materi secara lebih konkret, 4) dapat diulang sesuai kebutuhan belajar murid, dan 5) penyajiannya lebih menarik karena memadukan unsur audio dan visual.

Namun demikian, media video juga memiliki kekurangan, yaitu: 1) memerlukan perangkat dan jaringan pendukung, 2) pembuatan video berkualitas membutuhkan waktu dan pengeluaran yang lebih besar, 3) tidak semua objek dapat ditampilkan secara detail, 4) murid cenderung pasif apabila video digunakan tanpa interaksi pembelajaran, dan 5) penggunaan video dengan durasi terlalu panjang dapat mengurangi konsentrasi murid (Hudain *et al.*, 2023).

d. Tabel

Tabel merupakan alat bantu visual yang menampilkan data secara terorganisasi menggunakan baris dan kolom, sehingga memudahkan murid menganalisis informasi dalam suatu materi (Schwabish, 2020). Selaras dengan Zhang & Balog, (2020), mengungkapkan tabel sebagai alat praktis dan efektif untuk menyajikan materi dengan lebih jelas dan terstruktur sehingga membantu murid untuk memahami dan menganalisis informasi dengan lebih mudah.

Dalam penggunaan tabel dalam media pembelajaran tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut Schwabish, (2020) kelebihan tabel dalam media pembelajaran yaitu, 1) tabel memudahkan pembaca dalam mengidentifikasi pola dengan lebih mudah, 2) tabel membantu menganalisis data secara efektif, 3) tabel interaktif memungkinkan pembaca berinteraksi secara langsung dengan data.

Adapun kekurangan tabel yaitu, 1) tabel kurang ideal untuk menampilkan sejumlah besar data dalam ruang terbatas, 2) saat menyajikan data yang sangat kompleks, tabel mungkin kurang efektif.

e. Teks

Teks sebagai media pembelajaran yang dipakai untuk menyajikan informasi berbentuk tulisan yang dapat mempermudah murid memahami materi secara terstruktur. Media berbasis teks masih menjadi sumber belajar yang banyak digunakan karena mudah diakses, praktis, dan mampu membantu murid belajar secara mandiri. Menurut Oktavia *et al.* (2022), media pembelajaran yang efektif mampu mendukung penyampaian materi secara lebih jelas serta meningkatkan motivasi belajar murid.

Penerapan media teks dalam pembelajaran dapat meningkatkan

kemampuan membaca, memahami informasi, serta keterampilan berpikir kritis murid. Melalui kegiatan membaca, murid dapat memperoleh pengetahuan baru dan memperluas wawasan. Selain itu, pembelajaran berbasis teks juga membantu murid dalam memahami konsep-konsep pembelajaran secara bertahap dan terstruktur. Nurmahanani & Mulyati (2022) menyatakan bahwa teks dalam proses belajar dapat membantu murid mendeskripsikan dan memahami suatu materi secara lebih jelas melalui kegiatan membaca dan menulis.

Namun, penggunaan media teks dalam pembelajaran biologi sering menimbulkan kesulitan bagi murid karena materi yang disajikan cenderung bersifat abstrak dan penuh hafalan. Materi biologi, terutama yang berkaitan dengan proses dalam tubuh makhluk hidup seperti sistem koordinasi indera, memerlukan visualisasi agar mempermudah murid memahami konsep yang dipelajari. Penggunaan teks tanpa didukung media visual dapat menyebabkan murid cepat bosan dan kurang tertarik mengikuti pembelajaran. Maka dari itu, media teks perlu dikolaborasikan dengan media lain seperti gambar, video, atau multimedia interaktif agar proses belajar menjadi lebih menarik dan mudah dipahami (Daulay *et al.*, 2022).

2. Berbantuan Padlet

Padlet merupakan platform digital berbasis web yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran interaktif untuk mendukung kegiatan belajar mengajar secara kolaboratif. Padlet memungkinkan guru dan murid berbagi materi, gambar, video, tautan, maupun hasil diskusi dalam satu papan virtual yang dapat diakses secara daring. Menurut Alghozi *et al.* (2021), Padlet menjadi media pembelajaran yang efektif karena memiliki fitur yang lengkap, mudah digunakan, serta mampu meningkatkan partisipasi dan aktivitas murid selama kegiatan belajar berlangsung.

Selain itu, penggunaan Padlet dapat membentuk pembelajaran yang lebih aktif dan berpusat pada murid. Melalui fitur komentar, unggahan materi, dan diskusi daring, murid dapat menyampaikan ide maupun pendapat secara lebih bebas dan interaktif. Fadillah (2021) menjelaskan bahwa penggunaan Padlet dalam pembelajaran memberikan respons positif dari murid karena

mampu meningkatkan minat belajar, keterampilan menulis, serta memudahkan pemberian umpan balik secara langsung dari guru maupun teman sebaya.

Padlet juga dinilai mampu mendukung pembelajaran digital yang fleksibel karena dapat diakses kapanpun dan dimanapun dengan perangkat komputer maupun telepon pintar. Santoso (2022) menyatakan bahwa Padlet dapat menjadi solusi media pembelajaran digital yang efektif, terutama dalam pembelajaran daring, karena memudahkan penyampaian materi dan kolaborasi antar murid secara real time.

Dalam penerapan *multiple* representasi, Padlet dapat digunakan untuk mengintegrasikan berbagai bentuk representasi pembelajaran seperti teks, gambar, video, tabel, maupun peta konsep dalam satu media. Hal ini mempermudah murid memahami konsep secara lebih mendalam dan melatih kemampuan berpikir kritis melalui kegiatan mengamati, menganalisis, serta berdiskusi terhadap berbagai sumber informasi yang disajikan. Dengan demikian, penggunaan Padlet sangat relevan diterapkan pada pembelajaran materi sistem koordinasi indera karena mampu memfasilitasi pembelajaran yang interaktif, kolaboratif, dan berbasis teknologi digital.

Terdapat keunggulan dan kelemahan dalam penggunaan Padlet sebagai media pembelajaran. Keunggulan Padlet yaitu, diantaranya:

1. Padlet mudah digunakan oleh guru maupun murid karena memiliki tampilan sederhana dan fitur yang praktis dalam proses pembelajaran daring maupun tatap muka
2. Padlet mendukung pembelajaran kolaboratif karena murid dapat mengunggah materi, memberikan komentar, bertukar pendapat, dan berdiskusi secara langsung pada satu papan virtual
3. Padlet dapat memuat berbagai bentuk media seperti teks, gambar, video, tautan, dokumen, dan audio sehingga proses belajar menjadi lebih menarik, interaktif, dan tidak membosankan
4. Materi pembelajaran dapat diakses kapanpun dan dimanapun dengan perangkat digital seperti laptop maupun telepon pintar sehingga membantu murid belajar secara fleksibel dan mandiri
5. Guru lebih mudah memberikan umpan balik, memantau aktivitas murid,

serta mengelola tugas pembelajaran secara lebih efektif (Alghozi *et al.*, 2021; Fuchs, 2022).

Adapun kelemahan dari penggunaan Padlet yaitu, diantaranya:

1. Ketergantungan Padlet terhadap koneksi internet menyebabkan peserta didik dengan jaringan yang tidak stabil berpotensi menghambat proses pembelajaran
2. Tidak semua murid memiliki kemampuan literasi digital yang baik sehingga sebagian masih mengalami kesulitan dalam menggunakan fitur-fitur Padlet
3. Padlet versi gratis memiliki keterbatasan jumlah papan (padlet) dan kapasitas penyimpanan sehingga penggunaan dalam jangka panjang kurang maksimal
4. Penggunaan Padlet memerlukan perangkat elektronik seperti laptop atau telepon pintar sehingga menjadi kendala bagi murid yang tidak mempunyai fasilitas memadai
5. Dalam kegiatan belajar, murid terkadang lebih fokus pada penggunaan fitur digital dibandingkan memahami materi yang disampaikan sehingga guru perlu melakukan pengawasan selama pembelajaran berlangsung (Santoso, 2022; Rashid *et al.*, 2021).

3. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan yang mencakup proses analisis, evaluasi, interpretasi, serta pengambilan keputusan yang didasarkan bukti dan alasan yang rasional. Salah satu teori keterampilan berpikir kritis yang sering dijadikan acuan dalam penelitian pendidikan dikemukakan oleh Robert H. Ennis. Menurut Ennis (2011), keterampilan berpikir kritis merupakan proses berpikir secara rasional dan reflektif yang lebih fokus dalam pengambilan keputusan terkait apa yang harus dipercayai atau dilakukan. Konsep tersebut menegaskan bahwa murid tidak sekadar memperoleh informasi secara pasif, melainkan aktif dalam mempertanyakan informasi, menganalisis bukti, dan menyusun alasan yang logis, serta menentukan keputusan berdasarkan pertimbangan yang tepat. Teori Ennis masih menjadi dasar dalam berbagai penelitian pembelajaran modern karena

indikator yang dikembangkan mampu mengukur proses berpikir murid secara menyeluruh. Menurut Hidayati *et al.* (2022), pengembangan keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan melalui pembelajaran yang menuntut murid untuk menganalisis dan mengevaluasi informasi yang diterima. Wulandari *et al.* (2023) juga menjelaskan bahwa kemampuan berpikir kritis menjadi kompetensi utama dalam pembelajaran abad ke-21 karena murid dituntut untuk mampu memecahkan masalah dan mengambil keputusan berdasarkan fakta.

Penelitian ini menggunakan indikator keterampilan berpikir kritis menurut teori Robert H. Ennis karena indikatornya dianggap sesuai dengan karakteristik pembelajaran biologi dan mudah diterapkan dalam kegiatan pembelajaran. Adapun indikator berpikir kritis menurut Ennis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), yaitu kemampuan murid dalam memahami pertanyaan, mengidentifikasi masalah, dan menjelaskan informasi secara sederhana.
2. Membangun keterampilan dasar (*basic support*), yaitu kemampuan mencari dan menggunakan informasi atau fakta yang relevan sebagai dasar dalam menjawab permasalahan.
3. Menyimpulkan (*inference*), yaitu kemampuan menarik kesimpulan berdasarkan data, fakta, maupun hasil pengamatan yang diperoleh.
4. Memberikan penjelasan lanjut (*advanced clarification*), yaitu kemampuan menganalisis serta memberikan alasan atau penjelasan lebih mendalam terhadap suatu konsep atau masalah.
5. Mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*), yaitu kemampuan menentukan langkah atau strategi yang tepat dalam menyelesaikan masalah dan mengambil keputusan (Ennis, 2011).

Menurut Nugroho *et al.* (2023), kelima indikator tersebut dapat menggambarkan keterampilan berpikir kritis murid mulai dari proses memahami informasi hingga mengambil keputusan secara ilmiah. Selanjutnya, Lestari *et al.* (2024) menjelaskan bahwa indikator berpikir kritis Ennis sangat sesuai diterapkan dalam pembelajaran biologi karena melibatkan kemampuan mengamati fenomena, menganalisis hubungan antarkonsep, serta menyusun

kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah. Hal ini dipertegas oleh Kurniawan *et al.* (2025) yang mengungkapkan bahwa proses belajar yang melatih aspek analisis, evaluasi, argumentasi, dan pemecahan masalah memberikan dampak positif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid.

Dalam pembelajaran biologi, khususnya materi sistem koordinasi indera, indikator keterampilan berpikir kritis menurut Ennis sangat relevan untuk digunakan karena materi tersebut memiliki karakteristik yang kompleks dan melibatkan hubungan antara struktur organ, mekanisme kerja indera, serta respons tubuh terhadap rangsangan. Murid perlu mampu mengidentifikasi permasalahan, menghubungkan berbagai informasi dari teks, gambar, video, maupun data hasil pengamatan, kemudian menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang diperoleh. Menurut Rahmawati *et al.* (2026), keterampilan berpikir kritis akan berkembang lebih optimal apabila murid difasilitasi untuk melakukan kegiatan mengamati, menganalisis, berdiskusi, serta mengevaluasi berbagai sumber informasi. Sejalan dengan hal tersebut, Sari *et al.* (2025) menyatakan bahwa pembelajaran kolaboratif berbasis pemecahan masalah mampu meningkatkan kemampuan murid dalam memberikan argumentasi dan menyusun keputusan secara logis. Pengembangan keterampilan berpikir kritis menurut indikator Ennis dapat didukung melalui penggunaan media pembelajaran digital yang menyediakan ruang bagi murid untuk mengeksplorasi berbagai bentuk informasi dan melakukan interaksi secara aktif. Salah satu media yang mendukung kegiatan tersebut adalah Padlet, karena penggunaan *multiple* representasi berbantuan Padlet dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis murid melalui penyajian materi dalam berbagai bentuk representasi seperti teks, gambar, video, tabel, dan diskusi interaktif. Melalui kegiatan tersebut, murid dapat mengamati, membandingkan, menganalisis, serta menyimpulkan informasi secara lebih mendalam.

4. Analisis Materi Bahan Ajar

a. Kesesuaian Materi

Kesesuaian materi merupakan aspek penting dalam pengembangan

bahan ajar yang berkaitan dengan keterkaitan antara materi yang disampaikan dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, kebutuhan murid, serta perkembangan ilmu pengetahuan. Materi yang sesuai harus memuat konsep yang benar secara ilmiah, relevan dengan tingkat perkembangan kognitif murid, dan mendukung pencapaian kompetensi yang diharapkan. Menurut Putri *et al.* (2022), kesesuaian materi menjadi indikator utama kualitas bahan ajar karena menentukan keberhasilan murid untuk memahami materi pembelajaran. Sejalan dengan itu, Hidayat *et al.* (2023) mengatakan bahwa materi belajar harus disusun berdasarkan tuntutan kurikulum serta penyesuaian dengan karakteristik murid guna menciptakan pembelajaran lebih efektif. Selanjutnya, Nuraini *et al.* (2024) menjelaskan bahwa materi yang relevan dengan kebutuhan belajar murid berkontribusi dalam meningkatkan motivasi dan keaktifan murid selama kegiatan belajar. Kurniasih *et al.* (2025) juga menyatakan bahwa kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran dapat membantu murid mencapai hasil belajar yang optimal. Hal ini diperkuat oleh Fadilah *et al.* (2026) yang mengungkapkan bahwa pemilihan materi yang tepat memfasilitasi terciptanya pengalaman belajar yang lebih bermakna dan sesuai dengan perkembangan murid.

Pada penelitian ini, materi sistem koordinasi indera disusun berdasarkan capaian pembelajaran Biologi fase E yang mengharuskan murid memahami struktur, fungsi, mekanisme kerja, serta berbagai gangguan pada sistem indera manusia. Materi disajikan melalui berbagai bentuk representasi berupa teks, gambar struktur organ, video mekanisme kerja indera, tabel perbandingan, dan peta konsep supaya murid dapat memahami materi secara lebih menyeluruh. Menurut Latifah *et al.* (2024), penggunaan *multiple* representasi dapat membantu murid menghubungkan berbagai bentuk informasi sehingga konsep yang kompleks lebih mudah dipahami. Cariki dan Malik (2025) juga menjelaskan bahwa *multiple* representasi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui kegiatan menganalisis berbagai sumber informasi. Selain itu, Sapetrus *et al.* (2025) menyatakan bahwa penyajian materi menggunakan berbagai

representasi mampu meningkatkan kemampuan murid dalam memahami konsep sains. Pendapat tersebut diperkuat oleh Ate *et al.* (2024) menyebutkan bahwa integrasi berbagai representasi memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena murid dapat melihat suatu konsep dari berbagai sudut pandang.

b. Karakteristik Materi

Karakteristik materi merupakan ciri khas suatu materi pembelajaran yang menentukan cara penyampaian, media yang digunakan, serta aktivitas belajar yang perlu dirancang oleh pendidik. Materi yang memiliki konsep konkret dapat dipelajari melalui pengamatan langsung, sedangkan materi yang bersifat abstrak dan kompleks membutuhkan bantuan berbagai media representasi agar lebih mudah dipahami. Menurut Rahmawati *et al.* (2022), identifikasi karakteristik materi sangat diperlukan untuk menentukan strategi pembelajaran yang sesuai dengan tingkat kesulitan konsep. Prasetyo *et al.* (2023) menjelaskan bahwa karakteristik materi menjadi dasar dalam memilih model pembelajaran, media, serta sumber belajar yang mampu membantu murid memahami materi secara optimal. Selain itu, Dewi *et al.* (2024) menyatakan bahwa materi yang kompleks membutuhkan penyajian informasi secara bertahap dan terstruktur agar tidak menimbulkan miskonsepsi. Kurniawan *et al.* (2025) juga menjelaskan bahwa pemilihan media yang sesuai dengan karakteristik materi mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran. Hal tersebut diperkuat oleh Lestari *et al.* (2026) yang menyatakan bahwa analisis karakteristik materi membantu guru merancang pembelajaran yang lebih kontekstual dan sesuai dengan kebutuhan murid.

Materi sistem koordinasi indera memiliki karakteristik berupa konsep yang kompleks karena mencakup struktur organ indera, fungsi setiap bagian, proses penerimaan rangsangan, mekanisme penghantaran impuls, serta gangguan yang dapat terjadi pada masing-masing indera. Sebagian besar proses tersebut tidak dapat diamati secara langsung sehingga memerlukan bantuan visualisasi melalui gambar, video, tabel, dan peta konsep. Menurut Latifah *et al.* (2024), pembelajaran menggunakan *multiple*

representasi dapat membantu menjelaskan konsep sains yang abstrak melalui kombinasi berbagai bentuk penyajian informasi. Ate *et al.* (2024) menjelaskan bahwa representasi visual dan digital mampu membantu murid memahami hubungan antara konsep yang tidak dapat diamati secara langsung. Selanjutnya, Arrofa *et al.* (2024) menyatakan bahwa penggunaan berbagai representasi dapat meningkatkan kemampuan murid dalam melakukan interpretasi dan analisis konsep ilmiah. Cariki dan Malik (2025) juga mengungkapkan bahwa *multiple* representasi memiliki peran dalam melatih kemampuan berpikir kritis murid. Hal ini diperkuat oleh Sapetrus *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis *multiple* representasi memberikan dampak positif terhadap pemahaman dan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran sains.

c. Keluasan dan Kedalaman Materi

Keluasan materi berkaitan dengan cakupan konsep yang harus dipelajari oleh murid, sedangkan kedalaman materi berhubungan dengan tingkat kompleksitas pembahasan dan keterampilan berpikir yang harus dikembangkan selama proses belajar. Materi yang baik harus memiliki keseimbangan antara keluasan dan kedalaman sehingga murid bukan hanya mampu mengingat informasi, melainkan juga dapat menganalisis, mengaitkan, dan menerapkan konsep dalam berbagai keadaan. Menurut Hidayati *et al.* (2022), keluasan dan kedalaman materi perlu disesuaikan dengan capaian pembelajaran agar murid menerima pengalaman belajar yang selaras dengan tingkat perkembangannya. Sesuai dari pendapat tersebut, Wulandari *et al.* (2023) mengatakan bahwa penyajian materi yang terlalu luas tanpa pendalaman dapat menyebabkan pemahaman yang dangkal, sedangkan materi yang terlalu mendalam tanpa memperhatikan kemampuan murid dapat menimbulkan kesulitan belajar. Putri *et al.* (2024) menjelaskan bahwa keseimbangan keluasan dan kedalaman materi mampu mendukung perkembangan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Kurniawan *et al.* (2025) juga menyatakan bahwa materi yang dirancang berdasarkan tingkatan kemampuan kognitif mampu meningkatkan kualitas proses pembelajaran. Pendapat tersebut diperkuat

oleh Rahmawati *et al.* (2026) yang menyatakan bahwa pengembangan bahan ajar harus memperhatikan tingkat kompleksitas materi agar pembelajaran berlangsung secara efektif.

Pada penelitian ini, keluasan materi sistem koordinasi indera mencakup struktur dan fungsi alat indera, jenis reseptor, mekanisme penerimaan rangsangan, proses penghantaran impuls, serta berbagai gangguan yang terjadi pada indera penglihatan, pendengaran, penciuman, pengecap, dan peraba. Kedalaman materi disesuaikan dengan kemampuan murid fase E dengan menekankan kemampuan memahami konsep, menganalisis hubungan antara struktur dan fungsi organ, serta menjelaskan fenomena gangguan sistem indera berdasarkan fakta ilmiah.

5. Materi Sistem Koordinasi Indera

a. Definisi

Materi sistem indera merupakan bagian dari pembelajaran sistem koordinasi manusia dalam Kurikulum Merdeka. Sistem indera merupakan bagian dari sistem koordinasi manusia yang berfungsi menerima berbagai rangsangan (stimulus) dari lingkungan luar maupun kondisi di dalam tubuh, kemudian mengubah rangsangan tersebut menjadi impuls saraf yang diteruskan menuju sistem saraf pusat untuk menghasilkan respons yang sesuai. Sistem indera memungkinkan manusia untuk mengenali perubahan yang terjadi di sekitarnya, seperti cahaya, suara, bau, rasa, tekanan, suhu, dan rasa nyeri. Menurut Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2022), alat indera memiliki sel khusus yang disebut reseptor yang mampu menerima jenis rangsangan tertentu sesuai dengan fungsinya. Reseptor tersebut kemudian mengubah energi rangsangan menjadi impuls listrik yang akan diteruskan melalui neuron sensorik menuju otak untuk diinterpretasikan.

Sistem indera bekerja secara terpadu dengan sistem saraf dan otak dalam proses koordinasi tubuh. Proses penerimaan rangsangan diawali dengan tahap resepsi, yaitu penerimaan stimulus oleh reseptor, dilanjutkan dengan tahap transduksi berupa perubahan stimulus menjadi impuls saraf, kemudian transmisi impuls menuju pusat saraf, dan tahap akhir berupa

persepsi, yaitu proses otak dalam mengenali dan menafsirkan rangsangan tersebut (Marieb & Hoehn, 2019). Berdasarkan jenis rangsangan yang diterima, reseptor dibedakan menjadi fotoreseptor yang peka terhadap cahaya, kemoreseptor yang peka terhadap zat kimia, mekanoreseptor yang peka terhadap tekanan dan getaran, termoreseptor yang peka terhadap perubahan suhu, serta nosiseptor yang peka terhadap rasa nyeri (Tortora & Derrickson, 2021). Kelima jenis reseptor tersebut tersebar pada alat indera utama manusia, yaitu mata, hidung, lidah, kulit, dan telinga, yang bekerja bersama untuk membantu manusia beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya.

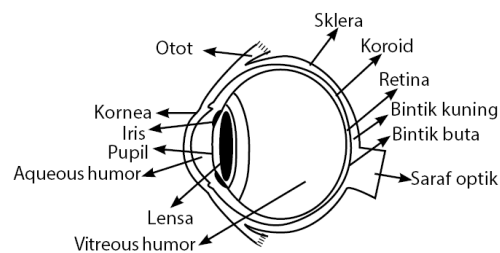
b. Struktur dan Jenis Sistem Indera

1. Indera Penglihatan (Mata)

Mata merupakan organ indera yang berfungsi menerima rangsangan berupa cahaya sehingga manusia dapat melihat bentuk, warna, ukuran, serta posisi sesuatu. Menurut Kemendikbudristek (2022), proses terjadi saat cahaya yang berasal dari pantulan objek memasuki mata melalui kornea, lalu diteruskan melalui pupil dan dibiaskan oleh lensa sehingga terbentuk bayangan pada retina. Retina mengandung sel fotoreseptor yang berperan dalam mengubah energi cahaya menjadi impuls saraf. Impuls ini kemudian disalurkan ke otak melalui saraf optik, yang akhirnya menghasilkan persepsi visual.

Struktur mata tersusun atas tiga lapisan utama, yaitu sklera, koroid, dan retina. Sklera merupakan lapisan paling luar yang berfungsi sebagai pelindung serta menjaga bentuk bola mata agar tetap stabil. Di bagian tengah terdapat koroid yang kaya akan pembuluh darah, sehingga berperan dalam menyalurkan nutrisi ke jaringan mata sekaligus menyerap cahaya yang berlebihan agar tidak mengganggu proses penglihatan. Sementara itu, retina merupakan lapisan paling dalam yang tersusun atas sel batang dan sel kerucut. Sel batang berfungsi untuk membantu penglihatan dalam kondisi minim cahaya, sedangkan sel kerucut berperan dalam persepsi warna serta ketajaman penglihatan (Tortora & Derrickson, 2021). Bagian lain mata yang mendukung proses

penglihatan meliputi kornea sebagai tempat pembiasan awal cahaya, iris yang mengatur ukuran pupil, lensa yang melakukan akomodasi, serta cairan vitreous yang mempertahankan bentuk bola mata (Marieb & Hoehn, 2019). Kompleksitas struktur mata menunjukkan bahwa fungsi penglihatan bergantung pada kerja sama seluruh bagian mata secara terkoordinasi.



Gambar 2.1 Anatomi Mata

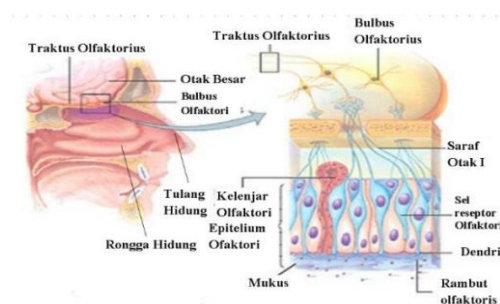
Sumber: idschool.net

Proses melihat diawali ketika cahaya yang dipantulkan oleh objek masuk ke mata melalui kornea, kemudian melewati pupil, dan selanjutnya dibiaskan oleh lensa sehingga cahaya tersebut difokuskan pada retina. Di retina terdapat sel fotoreseptor yang berfungsi mengubah cahaya menjadi impuls listrik, yang kemudian diteruskan melalui saraf optik menuju pusat penglihatan di otak. Otak kemudian memproses informasi tersebut sehingga manusia mampu mengenali suatu objek.

2. Indera Pembau (Hidung)

Hidung merupakan organ indera yang berfungsi menerima rangsangan berupa molekul kimia di udara sehingga manusia dapat mengenali berbagai macam bau. Kemampuan mengenali bau disebut olfaksi. Menurut Kemendikbudristek (2022), proses pembauan terjadi ketika molekul zat kimia yang masuk bersama udara larut dalam lapisan lendir rongga hidung dan merangsang sel reseptor pembau yang terdapat pada epitel olfaktori. Rangsangan tersebut kemudian diubah menjadi impuls saraf dan diteruskan melalui saraf olfaktorius menuju otak untuk diinterpretasikan sebagai suatu bau tertentu.

Struktur utama hidung yang berperan dalam proses pembauan meliputi rongga hidung, rambut hidung, mukosa atau selaput lendir, epitel olfaktori, dan saraf olfaktorius. Rambut hidung berperan dalam menyaring debu serta partikel asing yang masuk bersama udara, sedangkan mukosa menjaga kelembapan rongga hidung dan membantu melarutkan molekul bau. Epitel olfaktori mengandung neuron sensorik yang memiliki reseptor khusus untuk mendeteksi zat kimia tertentu (Marieb & Hoehn, 2019). Informasi bau yang diterima kemudian diproses oleh pusat pembauan di otak sehingga seseorang dapat membedakan berbagai aroma, seperti wangi, busuk, atau asap. Selain berfungsi sebagai alat pembau, hidung juga memiliki peranan penting dalam sistem pernapasan dengan menyaring, menghangatkan, dan melembapkan udara yang masuk ke saluran pernapasan (Tortora & Derrickson, 2021).



Gambar 2.2 Struktur Indera Pembau

Sumber: slideshare.net

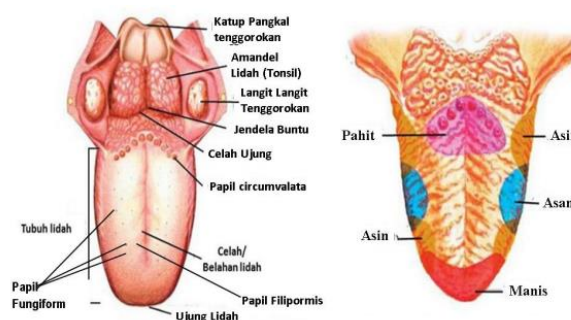
Urutan jalan rangsang indera pembau ke otak yaitu bau masuk ke hidung bersama udara inspirasi dan akan diterima oleh sel-sel kemoreseptor di rongga hidung lalu Reseptor mengirim impuls ke saraf olfaktori untuk diinterpretasikan menjadi bau.

3. Indera Pengecap (Lidah)

Lidah merupakan organ indera yang berfungsi menerima rangsangan berupa zat kimia yang berasal dari makanan dan minuman sehingga manusia dapat mengenali berbagai jenis rasa. Kemampuan untuk mengenali rasa disebut gustasi. Menurut Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2022), lidah memiliki reseptor

khusus berupa kuncup pengecap yang mampu menerima rangsangan rasa, kemudian mengubahnya menjadi impuls saraf untuk diteruskan ke otak. Proses pengecapan diawali ketika makanan masuk ke dalam rongga mulut dan bercampur dengan air liur. Zat-zat kimia yang larut dalam air liur akan merangsang reseptor pengecap, kemudian informasi tersebut dikirim melalui saraf sensorik menuju otak sehingga manusia dapat mengenali rasa makanan.

Struktur lidah tersusun atas jaringan otot yang kuat dan fleksibel sehingga dapat membantu proses mengunyah, menelan, serta berbicara. Pada permukaan lidah terdapat tonjolan kecil yang disebut papila. Papila mengandung kuncup pengecap yang terdiri atas sel-sel reseptor rasa. Manusia dapat mengenali lima rasa dasar, yaitu rasa manis, asin, asam, pahit, dan umami atau rasa gurih. Setiap jenis rasa diterima oleh reseptor yang berbeda sesuai dengan jenis zat kimia yang merangsangnya (Tortora & Derrickson, 2021). Selain berfungsi sebagai alat pengecap, lidah juga berperan dalam proses pencernaan mekanis dengan membantu mengatur posisi makanan saat dikunyah serta mendorong makanan menuju kerongkongan saat proses menelan. Menurut Marieb dan Hoehn (2019), kemampuan mengecap sangat dipengaruhi oleh kerja sama antara indera pengecap dan indera pembau sehingga gangguan pada hidung juga dapat memengaruhi kemampuan seseorang dalam merasakan cita rasa makanan.



Gambar 2.3 Struktur Indera Pengecap

Sumber: yuksinau.id

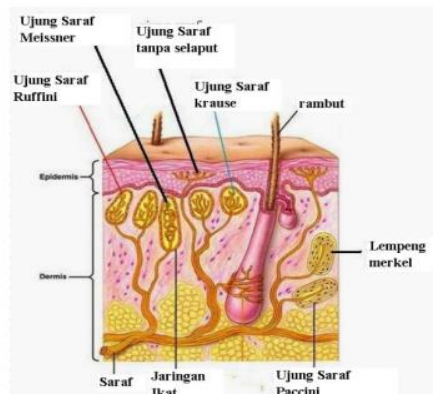
Makanan yang masuk ke mulut akan bercampur dengan air liur sehingga zat kimia dalam makanan dapat larut. Zat tersebut akan

merangsang reseptor pada kuncup pengecap. Selanjutnya, rangsangan diteruskan melalui saraf pengecap menuju otak sehingga seseorang dapat merasakan berbagai jenis rasa.

4. Indera Peraba (Kulit)

Kulit merupakan organ terbesar pada tubuh manusia yang berfungsi sebagai pelindung tubuh sekaligus sebagai alat indera peraba. Kulit memiliki kemampuan untuk menerima berbagai jenis rangsangan, seperti sentuhan, tekanan, getaran, suhu panas dan dingin, serta rasa nyeri. Menurut Kemendikbudristek (2022), kemampuan kulit dalam menerima rangsangan disebabkan oleh adanya berbagai jenis reseptor sensorik yang tersebar pada lapisan kulit. Rangsangan yang diterima oleh reseptor akan diubah menjadi impuls saraf dan diteruskan melalui neuron sensorik menuju otak untuk menghasilkan respons yang sesuai.

Struktur kulit terdiri atas tiga lapisan utama, yakni epidermis, dermis, dan hipodermis. Lapisan epidermis berada paling luar dan berfungsi sebagai pelindung tubuh dari berbagai ancaman luar, seperti mikroorganisme, zat kimia berbahaya, serta berperan dalam mencegah penguapan cairan tubuh secara berlebihan. Di bawahnya terdapat dermis yang memiliki berbagai komponen penting, seperti pembuluh darah, kelenjar keringat, folikel rambut, serta ujung-ujung saraf yang berfungsi sebagai reseptor rangsangan sensorik. Lapisan terdalam yaitu hipodermis mengandung jaringan lemak yang berfungsi sebagai cadangan energi serta menjaga kestabilan suhu tubuh (Marieb & Hoehn, 2019). Berdasarkan fungsinya, reseptor pada kulit terdiri atas mekanoreseptor untuk menerima sentuhan dan tekanan, termoreseptor untuk menerima perubahan suhu, serta nosiseptor untuk mendeteksi rasa sakit (Tortora & Derrickson, 2021). Keberadaan berbagai reseptor tersebut memungkinkan kulit menjadi alat yang sangat peka terhadap perubahan kondisi lingkungan sekitar.



Gambar 2.4 Struktur Indera Pembau

Sumber: slideshare.net

Ketika kulit bersentuhan dengan suatu benda, reseptor pada indra peraba akan terstimulasi dan menghasilkan impuls listrik yang kemudian diteruskan ke otak melalui sistem saraf. Impuls tersebut mengalir melalui saraf tepi menuju sumsum tulang belakang, lalu dilanjutkan ke korteks somatosensorik di otak untuk diproses dan diinterpretasikan. Setelah mencapai otak, berbagai sinyal dari reseptor tersebut diolah dan diintegrasikan sehingga menghasilkan persepsi terhadap rangsangan yang dirasakan, seperti tekstur lembut kain, suhu hangat suatu benda, maupun sensasi nyeri akibat rangsangan tertentu.

5. Indera Pendengaran (Telinga)

Telinga merupakan alat indera yang berfungsi menerima rangsangan berupa gelombang suara serta berperan dalam menjaga keseimbangan tubuh. Proses pendengaran terjadi ketika gelombang suara dari lingkungan ditangkap oleh telinga, kemudian diubah menjadi impuls saraf yang dikirim menuju otak untuk diterjemahkan sebagai suara. Menurut Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2022), telinga memiliki struktur yang kompleks dan terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam, yang masing-masing memiliki fungsi berbeda dalam proses pendengaran.

Proses pendengaran diawali dari telinga luar yang terdiri atas daun telinga dan saluran telinga, yang berfungsi menangkap gelombang suara dan mengarahkannya ke gendang telinga. Setelah itu, getaran suara diteruskan ke telinga tengah yang tersusun atas membran timpani

(gendang telinga) serta tiga tulang pendengaran, yaitu malleus (tulang martil), incus (tulang landasan), dan stapes (tulang sanggurdi). Pada bagian ini, getaran suara diperkuat sebelum dilanjutkan ke telinga dalam. Telinga dalam sendiri terdiri atas koklea atau rumah siput yang mengandung organ Corti sebagai tempat reseptor pendengaran serta saluran setengah lingkaran yang berfungsi menjaga keseimbangan tubuh (Marieb & Hoehn, 2019). Sel-sel rambut pada organ Corti akan mengubah getaran suara menjadi impuls saraf yang diteruskan melalui saraf pendengaran menuju otak sehingga suara dapat dikenali (Tortora & Derrickson, 2021). Selain sebagai alat pendengaran, telinga juga berperan penting dalam mempertahankan posisi dan keseimbangan tubuh saat bergerak.

c. Kelainan atau Gangguan pada Sistem Indera

1. Kelainan dan Gangguan pada Mata

Mata dapat mengalami berbagai kelainan yang memengaruhi kemampuan penglihatan. Gangguan tersebut dapat terjadi pada kornea, lensa, retina, saraf optik, maupun bagian pendukung mata lainnya (Marieb & Hoehn, 2019). Beberapa kelainan atau gangguan pada mata meliputi :

Miopi (rabun jauh) merupakan kelainan pada mata yang menyebabkan seseorang mengalami kesulitan untuk melihat objek yang berada pada jarak jauh, sedangkan objek yang berada pada jarak dekat masih dapat terlihat dengan jelas. Kelainan ini terjadi karena bayangan cahaya jatuh di depan retina akibat bentuk bola mata yang terlalu panjang atau daya pembiasan lensa yang terlalu besar. Miopi dapat dikoreksi menggunakan kacamata berlensa cekung (lensa negatif) yang membantu menggeser bayangan agar jatuh tepat pada retina.

Presbiopi (mata tua) merupakan gangguan penglihatan yang biasanya terjadi seiring bertambahnya usia. Gangguan ini disebabkan oleh menurunnya elastisitas lensa mata sehingga kemampuan akomodasi untuk memfokuskan cahaya menjadi berkurang. Akibatnya, penderita mengalami kesulitan melihat objek yang berada pada jarak dekat maupun jauh. Presbiopi umumnya dapat dibantu dengan penggunaan kacamata bifokal

yang memiliki dua jenis lensa untuk membantu penglihatan dekat dan jauh.

Katarak merupakan penyakit mata yang ditandai dengan kekeruhan pada lensa sehingga cahaya sulit menembus dan mencapai retina. Penderita katarak biasanya mengalami penglihatan kabur seperti tertutup kabut, sulit melihat pada malam hari, dan lebih sensitif terhadap cahaya. Katarak dapat terjadi akibat proses penuaan, cedera pada mata, penyakit tertentu, maupun faktor genetik. Penanganan utama katarak dilakukan melalui prosedur operasi untuk mengganti lensa yang telah keruh.

Buta warna merupakan kelainan pada retina yang menyebabkan seseorang tidak dapat membedakan warna tertentu, terutama warna merah dan hijau. Kelainan ini terjadi karena adanya gangguan atau kekurangan pigmen pada sel kerucut yang berfungsi sebagai reseptor warna. Buta warna umumnya bersifat genetik dan diturunkan melalui kromosom tertentu, meskipun dapat juga terjadi akibat kerusakan retina atau saraf optik.

Rabun senja (hemeralopia) adalah gangguan penglihatan yang menyebabkan seseorang mengalami kesulitan melihat dalam kondisi pencahayaan yang redup atau pada malam hari. Gangguan ini berkaitan dengan kerusakan sel batang pada retina atau kekurangan vitamin A yang berperan penting dalam pembentukan pigmen penglihatan. Oleh karena itu, kecukupan vitamin A sangat diperlukan untuk menjaga fungsi penglihatan normal (Kemendikbudristek, 2022).

2. Kelainan dan Gangguan pada Hidung

Anosmia merupakan gangguan pada indera pembau yang menyebabkan hilangnya kemampuan seseorang untuk mengenali berbagai macam bau. Kondisi ini dapat terjadi akibat infeksi saluran pernapasan, peradangan pada rongga hidung, cedera kepala, gangguan saraf olfaktorius, atau adanya hambatan. Kehilangan kemampuan mencium bau dapat memengaruhi kemampuan mengecap rasa karena kedua indera tersebut bekerja secara berkaitan.

Hiposmia adalah kondisi ketika kemampuan mencium bau mengalami penurunan sehingga seseorang kurang peka terhadap aroma tertentu. Gangguan ini dapat disebabkan oleh proses penuaan, alergi, infeksi

saluran pernapasan, paparan zat kimia tertentu, maupun gangguan pada reseptor pembau di rongga hidung.

Hiperosmia merupakan kondisi meningkatnya sensitivitas indera pembau sehingga seseorang menjadi lebih peka terhadap bau dibandingkan orang normal. Penderita dapat merasakan aroma yang sangat ringan menjadi sangat kuat dan terkadang menimbulkan rasa tidak nyaman, mual, atau sakit kepala. Kondisi ini dapat berkaitan dengan perubahan hormon, gangguan saraf, atau kondisi medis tertentu.

Polip hidung adalah pertumbuhan jaringan lunak yang tidak normal pada lapisan rongga hidung atau sinus akibat peradangan yang berlangsung dalam waktu lama. Polip dapat menyebabkan penyumbatan saluran udara, gangguan pernapasan, suara menjadi sengau, serta menurunnya kemampuan mencium bau.

3. Kelainan dan Gangguan pada Lidah

Ageusia merupakan gangguan pada indera pengecap yang menyebabkan seseorang kehilangan kemampuan untuk merasakan seluruh jenis rasa, baik manis, asin, asam, pahit, maupun umami. Gangguan ini dapat terjadi akibat kerusakan pada kuncup pengecap, gangguan saraf pengecap, infeksi pada rongga mulut, trauma kepala, atau efek samping penggunaan obat-obatan tertentu. Penderita ageusia sering mengalami penurunan nafsu makan karena makanan terasa hambar dan tidak memiliki cita rasa.

Hipogeusia adalah kondisi menurunnya kemampuan seseorang dalam merasakan rasa makanan dan minuman. Hipogeusia dapat disebabkan oleh proses penuaan, kekurangan nutrisi seperti zinc, infeksi saluran pernapasan, kebiasaan merokok, atau gangguan pada saraf pengecap. Kondisi ini dapat memengaruhi pola makan karena makanan terasa kurang nikmat.

Hipergeusia merupakan gangguan yang menyebabkan sensitivitas terhadap rasa meningkat secara berlebihan. Penderita akan merasakan rasa makanan lebih kuat sehingga terkadang menimbulkan rasa tidak nyaman.

Kondisi ini dapat berkaitan dengan gangguan hormonal, kehamilan, penggunaan obat tertentu, atau gangguan sistem saraf pusat.

Disgeusia adalah gangguan pengecap yang menyebabkan perubahan persepsi rasa. Penderita dapat merasakan rasa logam, pahit, atau rasa tidak menyenangkan lainnya meskipun makanan yang dikonsumsi sebenarnya normal. Gangguan ini sering ditemukan pada penderita infeksi saluran pernapasan, penyakit tertentu, efek kemoterapi, atau gangguan saraf yang berhubungan dengan indera pengecap.

Glositis merupakan peradangan pada lidah yang menyebabkan lidah tampak membengkak, berwarna kemerahan, terasa nyeri, dan kehilangan tekstur normalnya. Kondisi ini dapat disebabkan oleh infeksi, kekurangan vitamin B kompleks, anemia, reaksi alergi, atau iritasi yang berlangsung terus-menerus. Glositis dapat mengganggu kemampuan mengecap, berbicara, dan menelan makanan.

Stomatitis atau sariawan merupakan peradangan pada mukosa rongga mulut yang ditandai dengan munculnya luka kecil berwarna putih kekuningan yang terasa nyeri. Penyebab stomatitis antara lain kekurangan vitamin C dan vitamin B, stres, infeksi, cedera akibat tergigit, maupun kebersihan mulut yang kurang terjaga. Meskipun umumnya tidak berbahaya, stomatitis dapat mengganggu aktivitas makan dan berbicara.

4. Kelainan dan Gangguan pada Kulit

Dermatitis atau eksim merupakan peradangan pada kulit yang ditandai dengan munculnya kemerahan, rasa gatal, kulit kering, dan terkadang disertai pengelupasan. Penyakit ini dapat disebabkan oleh reaksi alergi, paparan bahan iritan, faktor keturunan, maupun gangguan sistem imun. Dermatitis yang berlangsung lama dapat menyebabkan kulit menjadi lebih sensitif terhadap rangsangan lingkungan.

Jerawat adalah gangguan kulit yang terjadi akibat penyumbatan pori-pori oleh minyak, sel kulit mati, dan bakteri. Penyakit ini umumnya muncul pada masa remaja karena pengaruh hormon yang meningkatkan produksi minyak pada kulit. Jerawat sering ditemukan pada wajah, dada, punggung,

dan bahu. Meskipun tidak berbahaya, jerawat dapat menyebabkan peradangan dan meninggalkan bekas pada kulit.

Panu (*Tinea versicolor*) adalah infeksi jamur pada kulit yang menyebabkan munculnya bercak berwarna lebih terang atau lebih gelap dibandingkan warna kulit normal. Penyakit ini sering muncul pada daerah yang lembap seperti leher, dada, punggung, dan lengan. Faktor yang meningkatkan risiko panu antara lain kebersihan tubuh yang kurang terjaga dan kondisi lingkungan yang panas serta lembap.

Psoriasis merupakan penyakit autoimun yang menyebabkan pergantian sel kulit berlangsung terlalu cepat. Akibatnya, kulit menjadi tebal, kemerahan, bersisik, dan terkadang terasa nyeri. Psoriasis tidak bersifat menular, tetapi dapat berlangsung dalam jangka waktu lama dan memerlukan pengobatan khusus untuk mengendalikan gejalanya.

Kanker kulit merupakan pertumbuhan sel kulit yang tidak normal akibat mutasi genetik yang sering dipicu oleh paparan sinar ultraviolet dalam jangka panjang. Gejalanya dapat berupa munculnya benjolan, perubahan bentuk tahi lalat, atau luka yang sulit sembuh. Pencegahan kanker kulit dapat dilakukan dengan mengurangi paparan sinar matahari berlebihan dan menggunakan pelindung kulit.

5. Kelainan dan Gangguan pada Telinga

Tuli konduktif merupakan gangguan pendengaran yang terjadi ketika gelombang suara tidak dapat diteruskan dengan baik dari telinga luar atau telinga tengah menuju telinga dalam. Penyebabnya antara lain penumpukan serumen (kotoran telinga), infeksi telinga, kerusakan gendang telinga, atau gangguan pada tulang pendengaran. Pada kondisi ini, suara terdengar lebih lemah karena penghantaran gelombang suara terganggu.

Tuli sensorineural adalah gangguan pendengaran yang terjadi akibat kerusakan pada koklea, sel rambut pendengaran, atau saraf pendengaran. Gangguan ini dapat disebabkan oleh faktor usia, paparan suara yang terlalu keras, infeksi, cedera kepala, maupun faktor genetik. Berbeda dengan tuli konduktif, gangguan ini umumnya lebih sulit diperbaiki karena berkaitan dengan kerusakan jaringan saraf.

Otitis media adalah infeksi atau peradangan pada telinga tengah. Penyakit ini sering dialami oleh anak-anak karena saluran Eustachius mereka lebih pendek sehingga lebih mudah mengalami infeksi. Gejalanya meliputi nyeri telinga, demam, gangguan pendengaran sementara, dan terkadang keluarnya cairan apabila gendang telinga pecah.

Tinnitus merupakan kondisi ketika seseorang mendengar suara berdenging, berdengung, mendesis, atau berdesir tanpa adanya sumber suara dari luar. Gangguan ini dapat disebabkan oleh paparan suara keras, infeksi telinga, gangguan pembuluh darah, atau kerusakan saraf pendengaran.

Vertigo adalah gangguan keseimbangan yang menyebabkan seseorang merasakan sensasi seolah-olah dirinya atau lingkungan di sekitarnya berputar. Kondisi ini terjadi akibat gangguan pada sistem vestibular yang terdapat di telinga bagian dalam.

Perforasi membran timpani (pecah gendang telinga) merupakan kondisi robek atau pecahnya gendang telinga akibat infeksi, benturan keras, ledakan suara, atau perubahan tekanan udara yang ekstrem. Kerusakan ini menyebabkan proses penghantaran suara terganggu sehingga pendengaran menurun dan dapat disertai nyeri maupun keluarnya cairan dari telinga.

Penyakit Meniere merupakan gangguan yang disebabkan oleh ketidakseimbangan cairan endolimfa di dalam labirin telinga. Penyakit ini ditandai dengan serangan vertigo berulang, tinnitus, rasa penuh pada telinga, dan penurunan kemampuan pendengaran secara bertahap. Hingga saat ini penyebab pasti penyakit Meniere belum diketahui secara pasti, tetapi diduga berkaitan dengan gangguan regulasi cairan telinga dalam.

B. Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis/Tahun	Judul	Tempat penelitian	Hasil Penelitian
1	Khilman Najib, Joko Siswanto, Joko Saefan, (2020).	Pengaruh Pendekatan <i>Multiple Representasi</i> Terhadap Kemampuan Kognitif Siswa dalam Pembelajaran Fisika	MTs NU Ma'rifatul Ulum	Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada kemampuan kognitif murid pada kelas eksperimen. Nilai thitung $0,00 < t_{tabel} 0,05$ dengan taraf signifikan = 0,05, sehingga menolak H_0 dan menerima H_a .
2	Puspita Siska Dwi Aristianti, Fauziah Kemala Sari, Catur Meinisa Inayati Karmiyadi, Izza Taqiya, Fina Fakhriyah, Nur Fajrie, (2025)	Penerapan Model PBL Tipe <i>Window Shopping</i> Berbantu Media Padlet terhadap Hasil Belajar IPA	SD Negeri 2 Keling	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media Padlet dapat meningkatkan hasil belajar IPA siswa dengan peningkatan nilai rata-rata pre-test 55,5 menjadi post-test 69,18.

No	Nama Penulis/Tahun	Judul	Tempat penelitian	Hasil Penelitian
3	Silvia Adimiharta, Sri Hartati, & Mar'atus Solikha (2023)	Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Pembelajaran Creative Problem Solving Berbantu Media Padlet	SMA	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran Creative Problem Solving berbantu media Padlet meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,74 kategori tinggi.
	Raisha Judithia Ramadhani, (2024)	Penerapan <i>Multiple</i> representasi Berbantuan Canva dalam Meningkatkan Kemampuan Kognitif Peserta Didik pada Materi Sistem Koordinasi	SMA Pasundan 4 Bandung	Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya pembelajaran dengan <i>multiple</i> representasi berbantuan Canva, seperti video, gambar, tabel, diagram alir, peta konsep, simulasi sederhana dan teks dapat meningkatkan kemampuan kognitif C1 (mengingat) dengan nilai rata-rata posttest sebesar 80.22, C2 (memahami) sebesar 62.97, C3 (mengaplikasikan) sebesar 62.50, C4

No	Nama Penulis/Tahun	Judul	Tempat penelitian	Hasil Penelitian
				(menganalisis) sebesar 66.92.
5	Frency Sapetrus, Pri Ariadi Cahya Dinata, dan Theo Jhoni Hartanto (2025)	<i>Penerapan PBL dengan Multi-Representasi untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP</i>	SMP	Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan adanya penerapan pembelajaran <i>multiple</i> repesentasi berpengaruh positif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan rata-rata nilai N Gain 0,54 dalam kategori sedang.

C. Kerangka Pemikiran

Pembelajaran biologi tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan peserta didik dalam menghubungkan setiap konsep dengan fenomena yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu materi yang menuntut pemahaman tersebut adalah sistem koordinasi, khususnya sistem koordinasi indera. Materi ini membahas struktur organ indera, mekanisme penerimaan rangsangan, proses penghantaran impuls saraf, hingga terbentuknya respons tubuh. Sebagian besar proses tersebut berlangsung di dalam tubuh sehingga tidak dapat diamati secara langsung dan menyebabkan peserta didik sering mengalami kesulitan memahami hubungan antarkonsep secara menyeluruh. Kondisi tersebut menjadikan materi sistem koordinasi indera sebagai salah satu materi biologi yang cukup kompleks untuk dipelajari.

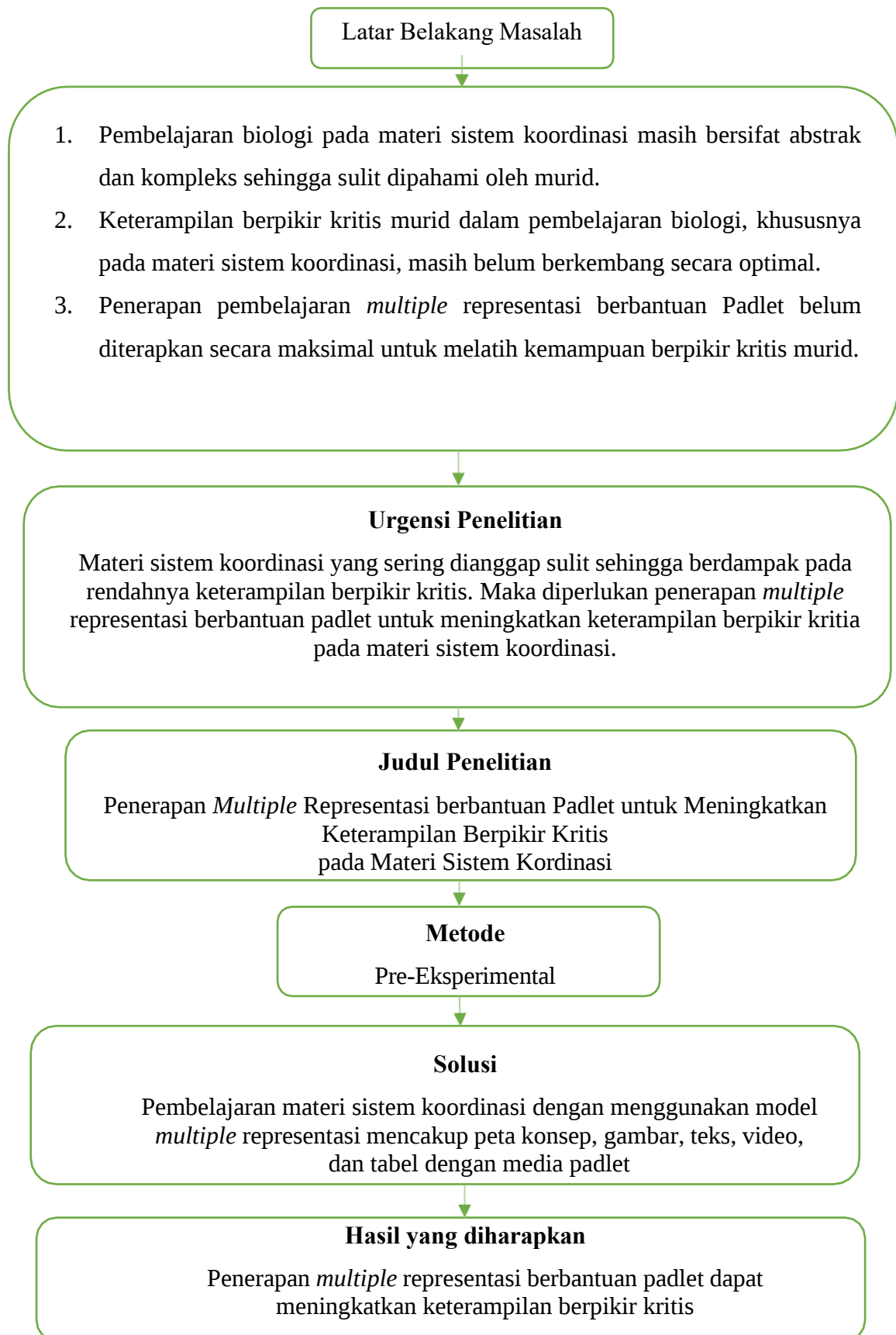
Kesulitan memahami konsep dapat memengaruhi kemampuan berpikir kritis peserta didik. Informasi cenderung dihafalkan tanpa dikaitkan dengan konsep lain sehingga kemampuan menganalisis permasalahan, memberikan alasan berdasarkan bukti, menarik kesimpulan, maupun menentukan solusi belum berkembang secara optimal. Padahal, keterampilan berpikir kritis memiliki peran penting dalam pembelajaran biologi karena membantu peserta didik menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi informasi, serta mengambil keputusan secara logis berdasarkan fakta yang diperoleh. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran pada materi sistem koordinasi indera memerlukan strategi yang mampu membantu peserta didik membangun pemahaman konsep sekaligus melatih keterampilan berpikir kritis.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan ialah penerapan *multiple representasi* berbantuan Padlet. Pendekatan *multiple representasi* menyajikan materi dalam berbagai bentuk, seperti peta konsep, teks, gambar, video, tabel, dan diagram sehingga peserta didik memperoleh informasi melalui lebih dari satu cara. Penyajian yang beragam membantu peserta didik menghubungkan berbagai konsep, memahami hubungan antara stimulus, reseptor, impuls saraf, dan respons tubuh, serta membangun pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi sistem koordinasi indera. Padlet mendukung penerapan pendekatan tersebut karena mampu mengintegrasikan berbagai bentuk representasi ke dalam satu platform

digital yang dapat dimanfaatkan untuk mengakses materi, berdiskusi, mengerjakan tugas, dan berbagi hasil pemikiran.

Pembelajaran dengan *multiple representasi* berbantuan Padlet diharapkan mampu menciptakan suasana belajar yang lebih aktif dan berpusat pada peserta didik. Selama proses pembelajaran, peserta didik mengamati gambar dan video, membaca materi, menganalisis studi kasus, berdiskusi dengan kelompok, kemudian menyampaikan hasil analisis melalui Padlet. Rangkaian aktivitas tersebut memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang meliputi kemampuan memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), membangun keterampilan dasar (*basic support*), menarik kesimpulan (*inference*), memberikan penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*), serta menentukan strategi dan solusi (*strategies and tactics*) sebagaimana dikemukakan oleh Ennis (2011).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penerapan *multiple representasi* berbantuan Padlet terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi sistem koordinasi indera. Penelitian menggunakan metode pre-eksperimental dengan desain One Group Pretest–Posttest Design sehingga perubahan keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat diketahui melalui perbandingan hasil *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah pembelajaran menggunakan *multiple representasi* berbantuan Padlet.



D. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Asumsi yang digunakan sebagai pijakan untuk melakukan penelitian ini yaitu penerapan *multiple* representasi berbantuan Padlet dapat memfasilitasi murid dalam memahami konsep sistem ekskresi sehingga mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

2. Hipotesis

Dengan merujuk pada kerangka pemikiran serta asumsi yang telah disusun, maka hipotesis penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a) H_0 : penerapan *multiple* representasi berbantuan Padlet tidak berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis murid dalam pembelajaran biologi pada materi sistem ekskresi.
- b) H_1 : penerapan *multiple* representasi berbantuan Padlet berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis murid dalam pembelajaran Biologi pada materi sistem ekskresi.