

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Teori Belajar

Teori belajar adalah prinsip umum atau kumpulan prinsip yang saling berhubungan yang menjelaskan fakta dan penemuan terkait peristiwa belajar, dengan tujuan utama untuk memahami proses belajar. Teori ini berfokus pada hubungan antarvariabel yang menentukan hasil belajar, berupaya mengontrol variabel-variabel tersebut untuk memudahkan proses pembelajaran. Meskipun sering disamakan dengan metode pembelajaran, teori belajar tidak memiliki kaitan langsung dengan metode belajar (Purnomo, 2019, hlm. 47).

1. Teori Konstruktivisme

Teori konstruktivisme sosial yang dikembangkan oleh Vygotsky (1925) dalam Purnomo (2019, hlm. 59) menekankan bahwa pengetahuan serta perkembangan kognitif seseorang tidak terbentuk secara terpisah, melainkan melalui proses internalisasi dari berbagai interaksi sosial yang dialami. Menurut pandangan ini, belajar dipahami bukan sekadar aktivitas individu yang bekerja sendiri, melainkan proses sosial yang tumbuh dalam komunikasi, kolaborasi, serta pengalaman bersama dengan orang. Pemikiran ini menjadi fondasi bagi lahirnya berbagai pendekatan pembelajaran seperti pembelajaran kolaboratif, pembelajaran berbasis masalah, dan pembelajaran kontekstual. Teori konstruktivisme berperan sebagai landasan filosofis pembelajaran kontekstual, yang meyakini bahwa pengetahuan tidak asal diterima begitu saja, melainkan dibangun sedikit demi sedikit oleh individu dan terus berkembang seiring keterlibatan peserta didik dalam konteks-konteks nyata.

Menurut pandangan konstruktivisme, belajar merupakan :

- a. Proses aktif dan konstruktif yang berlangsung melalui interaksi peserta didik dengan lingkungan sekitarnya, termasuk konteks diluar kelas, sehingga peserta didik dapat memperluas makna belajar berdasarkan pengalaman nyata.

- b. Melibatkan kemampuan untuk mengolah informasi menjadi proses mental, dimana pengetahuan tidak diterima secara pasif, melainkan dipahami secara mendalam melalui proses berpikir dan penghayatan personal.
- c. Menekankan pentingnya membangun pengetahuan dan pemahaman melalui pengalaman yang menekankan pentingnya membangun pengetahuan secara bermakna dan kontekstual melalui keterlibatan langsung dalam situasi nyata.
- d. Proses mengaitkan pengetahuan baru dengan pengetahuan atau pengalaman sebelumnya (akomodasi) yang memungkinkan terjadinya rekonstruksi makna secara dinamis dan berkesinambungan.
- e. Merupakan proses kognitif dalam memecahkan masalah dunia nyata, di mana peserta didik menggunakan berbagai alat dan sumber daya yang tersedia dalam situasi belajar yang autentik.
- f. Proses yang bersifat situasional dan interaktif, karena belajar terjadi dalam konteks tertentu dan melibatkan interaksi antara peserta didik dengan lingkungan serta dengan sesama.
- g. Pembelajaran kolaboratif yang bersifat sosial, yang mendorong peserta didik untuk bekerja sama dalam membangun pemahaman, sehingga pengetahuan yang dikonstruksi memiliki makna secara personal maupun kolektif.
- h. Merupakan proses reflektif dan berkelanjutan, di mana peserta didik secara sadar memantau, mengevaluasi, dan mengarahkan perjalanan belajarnya untuk mencapai pemahaman yang lebih mendalam dan terarah.

2. Prinsip Teori Konstruktivisme

Purnomo (2019, hlm. 60). mengungkapkan bahwa pandangan konstruktivisme tidak dipahami sebagai proses satu arah dari guru ke peserta didik, melainkan sebagai sebuah proses yang aktif, dinamis, dan berlangsung terus-menerus. Pada proses ini, peserta didik secara sadar dan reflektif membangun sendiri pengetahuannya melalui keterlibatan langsung dengan lingkungan dan pengalaman yang mereka alami. Beberapa prinsip utama dalam teori konstruktivisme yang menegaskan hal tersebut antara lain:

- a. Pembelajaran sebagai proses sosial, dimana peserta didik belajar secara efektif melalui interaksi dengan orang lain baik itu guru, orang dewasa, maupun teman sebaya yang memiliki tingkat pemahaman atau keterampilan yang lebih tinggi. \
- b. Zona perkembangan proksimal (ZPD), yaitu jarak antara kemampuan peserta didik saat ini dengan potensi yang dapat dicapainya melalui bantuan. Belajar akan lebih optimal Ketika materi atau tugas yang diberikan berada dalam zona ini, karena dapat dijangkau dengan dukungan yang maksimal.
- c. Pemagangan kognitif, yaitu menggambarkan proses dimana peserta didik mengembangkan keahlian dan pengetahuannya secara bertahap melalui partisipasi aktif dengan individu yang telah menguasai bidang tertentu, baik melalui observasi, partisipasi maupun praktik secara langsung.
- d. *Scaffolding* (penyangga belajar), yaitu strategi bantuan sementara yang diberikan kepada peserta didik ketika menghadapi tugas-tugas kompleks. Bantuan ini diberikan secara bertahap dan disesuaikan dengan kebutuhan, sehingga peserta didik mampu menyelesaikan tugas secara mandiri.

3. Tahapan Pembelajaran Konstruktivisme

Ciri utama tahapan konstruktivisme menurut Purnomo (2019, hlm. 61) adalah sebagai berikut.

- a. Orientasi, yaitu tahap awal yang bertujuan membangun motivasi belajar peserta didik. Pada tahap ini, guru mengarahkan perhatian peserta didik terhadap objek, fenomena, atau isu yang menjadi fokus pembelajaran melalui kegiatan pengamatan atau eksplorasi awal.
- b. Elisitasi, merupakan proses menggali ide, gagasan awal, dan pengalaman peserta didik secara terbuka. Dalam tahap ini, peserta didik juga didorong untuk menyampaikan hasil pengamatan yang telah dilakukan, sehingga muncul berbagai perspektif yang bisa dijadikan pijakan awal.
- c. Restrukturisasi ide, yang klarifikasi terhadap ide-ide awal, pengembangan gagasan baru berdasarkan informasi atau pengalaman tambahan, serta evaluasi terhadap relevansi dan ketepatan dan pemikiran yang muncul.

- d. Penerapan ide dalam berbagai situasi, di mana peserta didik memanfaatkan ide-ide yang telah dikembangkan untuk memahami serta menyelesaikan persoalan dalam berbagai konteks atau situasi nyata.
- e. Kajian ulang (*review*), yaitu tahap refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran. Peserta didik meninjau Kembali gagasan yang telah dibentuk, melakukan penyempurnaan atau revisi jika diperlukan, sehingga pengetahuan yang dibangun menjadi lebih kuat dan terintegrasi.

4. Relevansi Teori Konstruktivisme dalam Penelitian

Dalam konteks pembelajaran materi peranan serangga dalam ekosistem berbasis *Internet of Things* (IoT), pendekatan konstruktivisme digunakan sebagai kerangka utama untuk mendorong peserta didik agar terlibat secara aktif dalam proses eksplorasi fenomena sekitar secara nyata. Peserta didik mengumpulkan, menganalisis, dan merefleksikan data yang mereka peroleh dari lingkungan sekitar untuk membangun pemahaman kontekstual dan bermakna, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis terhadap informasi digital yang diperoleh. Pembelajaran konstruktivisme berbasis IoT juga berkontribusi terhadap pengembangan keterampilan keakuratan (*accuracy skill*), yaitu kemampuan dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital. Peserta didik dilatih untuk menguji validitas informasi, membandingkan data dari berbagai sumber, serta menggunakan bukti empiris sebagai dasar dalam pengambilan kesimpulan.

B. Pembelajaran Berbasis *Inquiry*

Pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry-based learning/IBL*) merupakan strategi pembelajaran yang memungkinkan peserta didik secara aktif memperoleh, mengklarifikasi, serta menerapkan pemahaman melalui pengamatan langsung terhadap fenomena, sehingga memperdalam penguasaan konsep-konsep sains secara kontekstual dan bermakna. Dalam konteks pendidikan STEM, IBL mendorong peserta didik untuk meniru cara kerja ilmuwan melalui proses eksploratif yang autentik. Kusmin (2019) menegaskan bahwa penerapan IBL yang didukung oleh teknologi *Internet of Things* (IoT) dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam

proses pembelajaran dengan memfasilitasi mereka untuk mengumpulkan dan menganalisis data dari lingkungan nyata. Pendekatan ini memperkuat keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan kreatif melalui kegiatan pemecahan masalah nyata berbasis data yang mereka hasilkan sendiri. Melalui proyek *Smart Schoolhouse*, pembelajaran menjadi lebih aktif dan relevan, karena peserta didik dilibatkan dalam perancangan alat, pengamatan, dan interpretasi data yang mendalam untuk memahami konsep-konsep sains secara langsung (Kusmin, 2019, hlm. 2–3).

C. Literasi Digital

1. Konsep Dasar Literasi Digital

Literasi digital merupakan kompetensi fundamental dalam era digital saat ini, yang meliputi seperangkat keterampilan, pengetahuan, dan sikap yang dibutuhkan untuk mengelola serta memanfaatkan teknologi digital secara optimal. Tidak seperti literasi tradisional yang berfokus pada kemampuan membaca dan menulis, literasi digital mencakup pemahaman mendalam serta partisipasi aktif dalam penggunaan perangkat, platform, dan ekosistem digital. Aspek ini tidak hanya menuntut keterampilan teknis, tetapi juga mencakup kemampuan berpikir kritis, kesadaran etis, serta kapasitas untuk menilai dan menghasilkan konten digital secara bertanggung jawab (Redhana, 2024, hlm. 34).

2. Ruang Lingkup Literasi Digital

a. Literasi Informasi

Literasi informasi merupakan komponen integral dari literasi digital. Keterampilan ini meliputi kemampuan untuk mengakses, mengevaluasi, dan memanfaatkan informasi secara efisien dan tepat sasaran. Dalam konteks digital, literasi informasi mencakup pemahaman tentang cara melakukan pencarian informasi secara online, menilai keandalan serta kredibilitas sumber, dan mengintegrasikan informasi dari berbagai platform digital. Selain itu, keterampilan ini juga mencakup kemampuan dalam mengelola serta mengorganisasi informasi digital, seperti menandai sumber yang relevan, memanfaatkan layanan penyimpanan berbasis cloud, dan melindungi data pribadi secara optimal (Redhana, 2024, hlm. 35).

b. Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah

Literasi digital menuntut kemampuan berpikir kritis serta keterampilan pemecahan masalah yang mumpuni. Setiap individu dituntut untuk mampu menganalisis konten digital secara mendalam, membedakan antara informasi faktual dan fiktif, serta mengidentifikasi keberadaan bias dan misinformasi. Kompetensi ini menjadi sangat esensial di tengah maraknya penyebaran berita palsu dan propaganda di ruang digital. Selain itu, keterampilan pemecahan masalah diperlukan untuk menghadapi berbagai dinamika lingkungan digital, baik dalam menyelesaikan persoalan teknis maupun dalam merancang solusi inovatif terhadap tantangan digital yang kompleks (Redhana, 2024, hlm. 35),

c. Komunikasi dan Kolaborasi

Kemampuan berkomunikasi dan berkolaborasi secara efektif merupakan elemen fundamental dalam literasi digital. Aspek ini mencakup keterampilan dalam memanfaatkan berbagai alat digital untuk keperluan komunikasi, seperti surat elektronik, aplikasi pesan instan, serta platform konferensi video. Di samping itu, pemahaman mengenai etika digital juga menjadi bagian penting, termasuk perilaku yang sesuai dalam interaksi daring dan prinsip komunikasi yang sopan. Sementara itu, keterampilan kolaboratif melibatkan kemampuan untuk bekerja secara sinergis dengan individu lain melalui platform digital, berbagi dokumen secara efisien, berkontribusi dalam tim virtual, serta menggunakan alat bantu kolaboratif seperti kalender digital bersama dan perangkat lunak manajemen proyek (Redhana, 2024, hlm. 36).

3. Relevansi Literasi Digital dengan Keterampilan Abad-21

Dunia pendidikan secara global semakin mengakui urgensi penguasaan literasi digital. Integrasi literasi digital ke dalam kurikulum merupakan langkah strategis untuk memastikan bahwa peserta didik memiliki kompetensi yang relevan dalam menghadapi era yang semakin terdorong oleh kemajuan teknologi. Lembaga pendidikan, baik di tingkat sekolah maupun perguruan tinggi, mulai mengimplementasikan berbagai perangkat digital dalam proses pembelajaran, sehingga memberikan pengalaman langsung dalam penggunaan teknologi untuk menunjang aktivitas belajar dan

penelitian. Para pendidik pun diberikan pelatihan guna meningkatkan kapasitas mereka dalam memanfaatkan sumber daya digital secara optimal, yang pada akhirnya menciptakan ekosistem pembelajaran yang mendukung pengembangan literasi digital. Pendekatan ini tidak hanya memperkuat kualitas pembelajaran, tetapi juga mempersiapkan peserta didik untuk memasuki dunia kerja masa depan yang sarat dengan tuntutan keterampilan digital (Redhana, 2024, hlm. 38).

4. Integrasi Literasi Digital dalam Kurikulum

Integrasi keterampilan literasi digital ke dalam kurikulum TK hingga Kelas 12 sangat penting untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan global yang didominasi oleh teknologi. Integrasi ini melibatkan penanaman keterampilan dan kompetensi digital di berbagai mata pelajaran dan tingkat kelas, memastikan peserta didik dapat membangun pemahaman komprehensif tentang alat digital dan aplikasinya. Dengan menjadikannya literasi digital sebagai bagian inti dari kurikulum, pendidik dapat membantu peserta didik menjadi mahir dalam menggunakan teknologi secara efektif dan bertanggung jawab (Redhana, 2024, hlm. 134).

5. Pembelajaran Berbasis Proyek dan Literasi Digital

Pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning/PjBL*) merupakan pendekatan pembelajaran yang secara inheren mampu mengintegrasikan literasi digital dalam prosesnya. Model ini melibatkan peserta didik dalam pelaksanaan proyek yang menuntut pemanfaatan berbagai perangkat digital untuk melakukan riset, berkolaborasi, menghasilkan karya, serta mempresentasikan hasil temuan mereka. PjBL tidak hanya berkontribusi pada penguatan literasi digital, tetapi juga berperan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, serta kolaborasi dalam kerja tim (Redhana, 2024, hlm. 135).

D. *Habits of Mind*

1. Konsep Dasar *Habits of Mind*

Habits of Mind (HoM) menurut Costa & Kallick (2008) dalam Van Tonder, dkk. (2021, hlm. 37) merupakan seperangkat sumber daya kognitif yang perlu dikembangkan secara sistematis dan berkelanjutan. Ketika seseorang dihadapkan pada

tugas-tugas yang kompleks dan menantang, kebiasaan berpikir ini berperan penting dalam memastikan penyelesaian tugas secara efektif serta menghasilkan keluaran yang berkualitas tinggi. HoM tidak sekadar dipelajari lalu dilupakan; sebaliknya, kebiasaan ini terbentuk melalui latihan berulang yang konsisten. Dalam jangka panjang, HoM menjadi pola berpikir otomatis dan dapat diandalkan, mencerminkan perilaku khas individu yang berpikir kritis saat menghadapi situasi menantang.

Menurut Costa dan Kallick (2000) dalam Hutajulu & Wahyudin (2020, hlm. 42–98) *Habits of Mind* didasarkan pada 16 indikator kebiasaan berpikir yang dikembangkan. Indikator-indikator ini mencakup berbagai aspek, seperti berpikir fleksibel, mendengarkan dengan empati, bertanya, serta mencari keakuratan. Dalam kaitannya dengan pembelajaran kritis, HoM menekankan pentingnya mengembangkan kemampuan peserta didik untuk berpikir secara sistematis, logis, dan mendalam.

Berikut daftar 16 aspek kebiasaan berpikir (*habits of mind*) yang dikemukakan oleh Costa dan Kallick (2000) dalam Hutajulu & Wahyudin (2020, hlm. 96-98):

- a. Ketekunan (*Persisting*): Kecenderungan untuk tetap berfokus dan berkomitmen menyelesaikan tugas.
- b. Mengelola Impulsivitas (*Managing Impulsivity*): Kemampuan untuk berpikir secara reflektif sebelum bertindak, menjaga ketenangan, dan menunjukkan kebijaksanaan dalam pengambilan keputusan.
- c. Mendengarkan dengan Pemahaman dan Empati (*Listening with Understanding and Empathy*): Keahlian untuk menyimak secara intensif dengan tujuan memahami perspektif, perasaan, dan ide orang lain secara mendalam.
- d. Berpikir Fleksibel (*Thinking Flexibly*): Kemampuan untuk menyelami suatu situasi dari beragam sudut pandang dan mempertimbangkan berbagai alternatif solusi atau pendekatan.
- e. Metakognisi (*Thinking about Your Thinking*): Kesadaran dan kemampuan untuk mengevaluasi, serta merefleksikan proses dan strategi berpikir diri sendiri.
- f. Berusaha untuk Akurasi (*Striving for Accuracy*): Dorongan internal untuk memeriksa, menyempurnakan, dan memastikan ketepatan serta kualitas tertinggi dalam hasil kerja.

- g. Mengajukan Pertanyaan dan Merumuskan Masalah (*Questioning and Posing Problems*):
- h. Menerapkan Pengetahuan ke Situasi Baru (*Applying Past Knowledge*): Kemampuan untuk mentransfer dan mengadaptasi pemahaman serta pengalaman masa lalu guna menghadapi tantangan baru secara efektif.
- i. Berpikir Secara Saling Bergantung (*Thinking Interdependently*): Kecakapan untuk bekerja sama secara sinergis, saling belajar, dan berkontribusi dalam kelompok.
- j. Keterbukaan terhadap Pembelajaran Berkelanjutan (*Remaining Open to Continuous Learning*): Sikap rendah hati untuk senantiasa belajar dari setiap pengalaman dan mengakui batas pengetahuan diri sebagai peluang tumbuh.
- k. Mengambil Risiko yang Bertanggung Jawab (*Taking Responsible Risks*): Keberanian yang disertai pertimbangan matang untuk mencoba pendekatan baru atau melangkah keluar dari zona nyaman guna mencapai kemajuan.
- l. Menemukan Humor (*Finding Humor*): Kemampuan untuk mengenali, menghargai, dan mengekspresikan sisi kelucuan dalam berbagai aspek kehidupan.
- m. Kreativitas, Imajinasi, dan Inovasi (*Creating, Imagining, Innovating*): Kecenderungan untuk menghasilkan, mengeksplorasi, dan mengimplementasikan ide-ide orisinal serta solusi kreatif.
- n. Menanggapi dengan Kekaguman dan Keheranan (*Responding with Wonderment and Awe*): Kapasitas untuk merasakan dan menghargai keindahan, kompleksitas, dan keajaiban dunia di sekeliling.
- o. Terlibat dalam proses metakognitif (*Engaging in metacognitive processes*) - Merefleksikan proses pembelajaran dan pemikiran sendiri.
- p. Ketahanan dan Pantang Menyerah (*Demonstrating Perseverance and Resilience*): Kekuatan batin untuk terus berusaha, bangkit, dan beradaptasi secara positif ketika menghadapi tantangan, hambatan, atau kegagalan.

2. Keterampilan Keakuratan dalam Menilai Informasi Digital

Lim (2013) dalam Ashari, dkk. (2021, hlm. 68) menyatakan bahwa Kebiasaan berpikir (*habits of mind*) adalah kebiasaan pola perilaku intelektual yang produktif yang dilakukan saat dihadapkan dengan suatu masalah; dengan melakukan pelatihan

kebiasaan berpikir, siswa akan berkembang menjadi pribadi yang produktif, kritis, kreatif, tekun, dan berwawasan komprehensif. Salah satu kebiasaan tersebut adalah berusaha untuk akurat dan teliti (*striving for accuracy and precision*).

Berdasarkan klasifikasi Boyes & Watts (2009) dalam Ashari, dkk. (2021, hlm. 69), tingkat penguasaan *striving for accuracy and precision* dibagi menjadi empat level, antara lain sebagai berikut.

1. Pakar (*Unconsciously Competent*), individu secara otomatis memeriksa akurasi tanpa perlu instruksi, memperhatikan detail pekerjaan, dan memastikan ketiadaan kesalahan dalam hasil akhir. Mereka konsisten menetapkan standar tinggi di semua domain akademik, non-akademik, maupun kreativitas serta berorientasi pada pemenuhan bahkan melampaui ekspektasi.
2. Pengguna (*Consciously Competent*), individu secara sengaja melakukan pemeriksaan akurasi dengan mengalokasikan waktu khusus untuk verifikasi hasil kerja. Mereka proaktif menghindari kesalahan melalui pengecekan sistematis dan mempertahankan konsistensi *output* berkualitas tinggi sesuai standar yang ditetapkan.
3. Pelajar (*Consciously Incompetent*), individu baru memulai pemeriksaan kesalahan ketika diinstruksikan guru. Mereka menunjukkan upaya perbaikan terbatas pada tugas yang diserahkan serta mengimplementasikan beberapa langkah koreksi untuk meningkatkan akurasi, meski belum mandiri.
4. Pemula (*Unconsciously Incompetent*) ditandai ketidakmampuan mengidentifikasi kesalahan dalam pekerjaan sendiri. Individu menghasilkan tugas yang tidak lengkap, tidak akurat, dan ceroboh, serta secara konsisten mengabaikan proses peninjauan ulang maupun perbaikan.

Berdasarkan teori tersebut, peserta didik perlu memahami bahwa menyelesaikan proyek dengan cepat bukanlah tujuan utama. Menyisihkan waktu untuk memverifikasi akurasi dan melakukan perbaikan akan menghasilkan karya berkualitas tinggi. Sebagaimana kerja asalan adalah kebiasaan yang terbentuk, upaya mencapai akurasi juga merupakan kebiasaan yang dapat dikembangkan dan diterapkan di seluruh aspek kehidupan

E. Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

1. Pengertian dan Prinsip Dasar *Project Based Learning*

Wasisto (2016) dalam Lestari dan Yuwono (2018, hlm. 9) mengemukakan bahwa pembelajaran berbasis proyek merupakan pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan proyek atau aktivitas sebagai sarana utama, dengan permasalahan sebagai titik awal untuk mendorong peserta didik dalam menghimpun serta mengintegrasikan pengetahuan baru yang diperoleh melalui pengalaman langsung. Dalam prosesnya, peserta didik terlibat dalam kegiatan eksplorasi, penilaian, interpretasi, dan sintesis informasi untuk menghasilkan beragam bentuk produk sebagai hasil belajar.

Proses inkuiri dalam model pembelajaran berbasis proyek diawali dengan penyajian pertanyaan penuntun (*guiding question*) serta pendampingan peserta didik dalam pengerjaan proyek kolaboratif yang mengintegrasikan berbagai mata pelajaran dalam kurikulum. Mengingat adanya perbedaan gaya belajar di antara peserta didik, model pembelajaran ini memberikan peluang bagi mereka untuk membangun pengetahuan melalui pendekatan yang bermakna sesuai dengan karakteristik individual, serta mendorong mereka untuk melakukan eksperimen secara kolaboratif (Lestari & Yuwono, 2018, hlm. 9).

2. Karakteristik Model Pembelajaran *Project Based Learning*

Lestari dan Yuwono (2018) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis proyek memiliki karakteristik sebagai berikut.

- a. Peserta didik berperan aktif dalam merancang dan menentukan kerangka kerja kegiatan pembelajaran;
- b. Terdapat permasalahan atau tantangan yang diberikan kepada peserta didik sebagai stimulus awal pembelajaran;
- c. Peserta didik merancang langkah-langkah sistematis untuk menemukan solusi atau memberikan tanggapan terhadap masalah yang diajukan;
- d. Tanggung jawab untuk mengakses, mengelola, dan mengolah informasi dalam rangka pemecahan masalah dilakukan secara kolaboratif oleh peserta didik;
- e. Evaluasi terhadap proses pembelajaran dilaksanakan secara berkelanjutan;

- f. Peserta didik melakukan refleksi secara periodik terhadap aktivitas yang telah dilakukan;
- g. Produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kualitatif;
- h. Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan.

3. Langkah-langkah Penerapan *Project Based Learning*

Lestari dan Yuwono (2018, hlm. 11–13) menguraikan bahwa langkah-langkah dalam pembelajaran berbasis proyek mencakup tahapan berikut. Menentukan pertanyaan mendasar (*start with the essential question*): pembelajaran diawali dengan pertanyaan yang dapat mendorong peserta didik untuk melakukan suatu investigasi terkait topik yang diangkat.

- a. Merumuskan pertanyaan esensial (*start with the essential question*): Pembelajaran dimulai dengan penyajian pertanyaan mendasar yang dirancang untuk mendorong peserta didik melakukan investigasi mendalam terhadap topik yang dipelajari.
- b. Mendesain perencanaan proyek (*design a plan for the project*): peserta didik menyusun rencana proyek secara kolaboratif, yang mencakup pemilihan alat dan bahan, pembagian peran, serta perencanaan aktivitas yang mendukung proses investigasi untuk menyelesaikan proyek.
- c. Menyusun jadwal (*create a schedule*): pengajar dan peserta didik Menyusun jadwal secara kolaboratif mengenai aktivitas dalam menyelesaikan proyek. Aktivitas pada tahap ini antara lain: (1) membuat *timeline* untuk menyelesaikan proyek, (2) membuat *deadline* penyelesaian proyek, (3) membawa peserta didik agar merencanakan cara yang baru (4) membimbing siswa ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek dan (5) meminta peserta didik untuk menjelaskan alasan pemilihan cara tersebut.
- d. Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*): Guru bertugas mengawasi dan memfasilitasi aktivitas peserta didik selama proyek berlangsung, serta memberikan pendampingan sebagai mentor. Untuk mempermudah pemantauan, guru dapat menggunakan rubrik yang mencatat seluruh aktivitas penting peserta didik.

- e. Menguji hasil (*Assess the Outcome*): Dilakukan evaluasi dalam bentuk penilaian untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran dan melihat kemajuan peserta didik, dan memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai peserta didik.
- f. Mengevaluasi pengalaman (*Evaluate the experience*): pada tahap akhir, peserta didik melakukan refleksi baik secara individu maupun kelompok tentang aktivitas dan hasil proyek yang dijalankan. Refleksi ini menjadi dasar bagi guru dan peserta didik untuk melakukan diskusi evaluatif guna meninjau kinerja selama pembelajaran dan mengidentifikasi temuan baru yang menjawab pertanyaan utama yang diajukan di awal pembelajaran (Lestari & Yuwono, 2018, hlm. 11-13).

4. Kelebihan Model *Project based Learning*

Renatovna (2021) menyatakan bahwa model pembelajaran *project based learning* merupakan bagian dari pendekatan konstruktivistik yang mampu mendorong peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam pemecahan masalah. Dalam implementasinya, peserta didik bekerja secara kolaboratif dengan rekan-rekannya serta melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilalui. Model ini juga memungkinkan peserta didik untuk berperan aktif dalam proses pencarian informasi dan pengambilan keputusan, sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir praktis mereka (Dewi, 2023, hlm. 221).

Sumarni (2015) mengungkapkan beberapa kelebihan model pembelajaran *project based learning* antara lain sebagai berikut.

- a. PjBL dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.
- b. PjBL meningkatkan kemampuan peserta didik dalam belajar secara kooperatif maupun kolaboratif.
- c. PjBL dapat meningkatkan kreativitas peserta didik.
- d. PjBL dapat meningkatkan kemampuan akademik peserta didik.
- e. PjBL meningkatkan kemampuan komunikasi peserta didik. Karena peserta didik dituntut untuk bekerja bersama orang lain.
- f. PjBL dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, kemampuan manajemen dan kemampuan mengkoordinasi sumber belajar.

F. Kerangka TPACK (*Tecnological Pedagogical Content Knowledge*)

Kerangka TPACK merupakan pengembangan konsep *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) yang diperkenalkan oleh Shulman, dan telah diperluas dengan penambahan elemen teknologi. TPACK menekankan interaksi sinergis antara pengetahuan konten, pengetahuan pedagogis, dan pengetahuan teknologi. Menurut teori ini, efektivitas pengajaran yang berbasis teknologi bergantung pada kemampuan guru untuk mengintegrasikan ketiga elemen tersebut secara seimbang dalam proses pembelajaran (Matthew, J., dkk., 2015, hlm 13-14). Dalam konteks pembelajaran keakuratan informasi digital, penerapan TPACK sangat penting untuk mendesain aktivitas pembelajaran yang tidak hanya menekankan aspek konten dan metode, tetapi juga memanfaatkan teknologi untuk mendukung verifikasi fakta dan identifikasi kesalahan informasi.

G. Teori *Multimedia Learning*

Teori pembelajaran multimedia atau *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML) yang dikembangkan oleh Mayer menjelaskan bahwa pembelajaran akan lebih efektif ketika informasi disajikan melalui kombinasi kata-kata (verbal) dan gambar (visual), dibandingkan hanya menggunakan teks atau verbal saja. Teori ini didasarkan pada tiga asumsi utama, yaitu: (1) manusia memiliki dua saluran kognitif terpisah untuk memproses informasi verbal dan visual (*dual channel*), (2) kapasitas pemrosesan dalam masing-masing saluran sangat terbatas (*limited capacity*), dan (3) pembelajaran yang bermakna terjadi jika peserta didik secara aktif terlibat dalam proses kognitif seperti memilih informasi yang relevan, mengorganisasi informasi tersebut menjadi struktur koheren, serta mengintegrasikannya dengan pengetahuan yang sudah ada dalam memori jangka panjang (*active processing*) (Mayer, 2024, hlm. 2).

H. *Technology Acceptance Model* (TAM)

Model Penerimaan Teknologi (*Technology Acceptance Model*/TAM) yang dikembangkan oleh Davis (1989) menjelaskan bahwa sejauh mana seseorang menerima dan menggunakan teknologi dipengaruhi oleh dua konstruk utama, yaitu persepsi kegunaan (*perceived usefulness*) dan persepsi kemudahan penggunaan

(*perceived ease of use*). Persepsi kegunaan merujuk pada sejauh mana seseorang yakin bahwa menggunakan suatu sistem akan meningkatkan kinerjanya, sedangkan persepsi kemudahan penggunaan mengacu pada keyakinan bahwa teknologi tersebut bebas dari upaya besar dalam penggunaannya. Kedua faktor ini saling memengaruhi dan berkontribusi terhadap sikap individu dalam menerima teknologi, yang kemudian membentuk intensi perilaku untuk menggunakannya. Penelitian yang menguji validitas model TAM menunjukkan bahwa persepsi kemudahan penggunaan dapat memengaruhi persepsi kegunaan secara signifikan, dan keduanya merupakan prediktor utama dalam menentukan sikap serta niat perilaku pengguna terhadap teknologi (Alzahrani, 2023, hlm. 157–158).

I. Pembelajaran Biologi Berbasis IoT

1. Pengertian dan Komponen IoT

Teknologi *Internet of Things* (IoT) merujuk pada jaringan perangkat yang saling terkoneksi dan mampu mengumpulkan serta bertukar data melalui jaringan internet. IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara waktu nyata (*real-time*), sehingga mendorong peningkatan efisiensi operasional dan kualitas pengambilan keputusan (Redhana, 2024, hlm. 317). Chander (2022) menambahkan bahwa IoT merupakan elemen penting dalam sistem teknologi cerdas, yang mengintegrasikan peran manusia dan teknologi menjadi suatu proses manufaktur otomatis yang didukung oleh keterampilan berpikir kritis (Sari, 2024, hlm. 611). Zaini (2024) menjelaskan bahwa *Internet of Things* (IoT) mengacu pada jaringan perangkat fisik yang saling terhubung dan berkomunikasi melalui internet. Dalam ranah pendidikan, IoT menawarkan peluang inovatif untuk mengintegrasikan peserta didik dengan lingkungan belajarnya secara lebih interaktif. Melalui pemanfaatan sensor yang terhubung secara daring, perangkat *wearable*, dan teknologi cerdas lainnya, IoT mampu mengumpulkan data terkait aktivitas peserta didik, memantau kondisi kesehatan serta kehadiran mereka, dan menciptakan ekosistem pembelajaran yang terkoneksi dan adaptif (Zaini, 2024, hlm. 357).

2. Implikasi IoT dalam Dunia Pendidikan

Shiddiqi dkk. (2020) mengemukakan bahwa *Internet of Things* (IoT) merupakan salah satu terobosan teknologi yang memiliki dampak signifikan serta potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, interaktivitas, dan kualitas pengalaman belajar (Akbar dkk., 2024, hlm. 56). Sejalan dengan itu, Samsugi dkk. (2020) menyatakan bahwa penerapan IoT dalam dunia pendidikan membuka peluang untuk mentransformasi paradigma pembelajaran tradisional menjadi lebih interaktif, kontekstual, dan relevan dengan perkembangan zaman, melalui pemanfaatan sensor, perangkat pintar, dan konektivitas internet (Akbar dkk., 2024, hlm. 56). Lebih lanjut, Efendi (2023) menegaskan bahwa integrasi IoT dalam proses pembelajaran memungkinkan peserta didik mengembangkan keterampilan yang selaras dengan kebutuhan industri masa kini. Implementasi teknologi ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga membekali peserta didik dengan kompetensi teknis dan kreativitas yang esensial dalam menghadapi tantangan dunia kerja (Akbar dkk., 2024, hlm. 56).

J. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan oleh penulis sebagai referensi studi literatur yang berfungsi memperluas wawasan teoretis. Hal ini menjadi landasan penting dalam merancang dan melaksanakan penelitian. Beberapa penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.

No.	Nama Jurnal/ Tahun	Judul	Pendekatan dan Analisis	Hasil Penelitian	Perbedaan
1	Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komputer (2023)	“Pengaruh Penggunaan Teknologi <i>Internet of Things</i> (IoT) dalam Pembelajaran Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.”	Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur. Data dikumpulkan dari berbagai jurnal yang relevan, kemudian dianalisis melalui pembacaan dan evaluasi untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh IoT dalam pembelajaran terhadap keterampilan berpikir kritis.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi <i>Internet of Things</i> (IoT) dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik	Artikel ini berfokus pada keterampilan berpikir kritis secara umum, sedangkan judul ini spesifik pada keterampilan keakuratan dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital. Artikel ini juga tidak menyebutkan materi khusus yang diajarkan, sedangkan judul skripsi ini secara khusus menggunakan materi peranan serangga dalam ekosistem..
2	International Journal of Education and Social Science Research (IJESSR)	The Effectiveness of <i>Internet of Things</i> - Based Module in Improving Students' Digital Literacy	Penelitian ini menggunakan pendekatan kuasi eksperimen dengan desain penelitian Non- equivalent Control Group Design dengan membandingkan nilai pre-test dan post-test dari kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data	Implementasi modul berbasis <i>Internet of</i> <i>Things</i> (IoT) secara signifikan meningkatkan literasi digital siswa. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikan uji-t sebesar 0,004 ($< 0,05$), yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas	Penelitian ini berfokus pada literasi digital secara umum, sementara judul ini spesifik dalam mengintegrasikan IoT dalam pembelajaran materi peranan serangga dalam ekosistem untuk meningkatkan keterampilan keakuratan (accuracy). penelitian ini

			dianalisis menggunakan uji-t dengan SPSS 22.	eksperimen dan kontrol setelah perlakuan.	dilakukan pada siswa SMK kelas (X MPLB), sementara skripsi ini menargetkan peserta didik pada tingkat SMA.
3	Jurnal Pendidikan Tambusai	Hubungan <i>Internet Of Things</i> (IoT) Terhadap Minat Belajar Biologi Peserta Didik Kelas XI di SMA Pertiwi 1 Padang	Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif korelasi dengan pendekatan kuantitatif dengan analisis menggunakan uji korelasi <i>pearson product moment</i> untuk melihat hubungan antara variabel IoT dan minat belajar biologi	Penelitian ini menemukan hubungan positif dan signifikan antara Internet of Things (IoT) dan minat belajar biologi peserta didik dengan nilai korelasi $r = 0,7562$ (korelasi kuat) dan nilai thitung (11,441) > tabel (1,984). Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi penggunaan IoT, semakin tinggi pula minat belajar peserta didik.	Penelitian ini mengaitkan penggunaan teknologi IoT dengan pembelajaran biologi secara umum, sedangkan penelitian ini secara khusus mengaitkan teknologi IoT dengan mata pelajaran biologi pada materi peranan serangga dalam ekosistem.

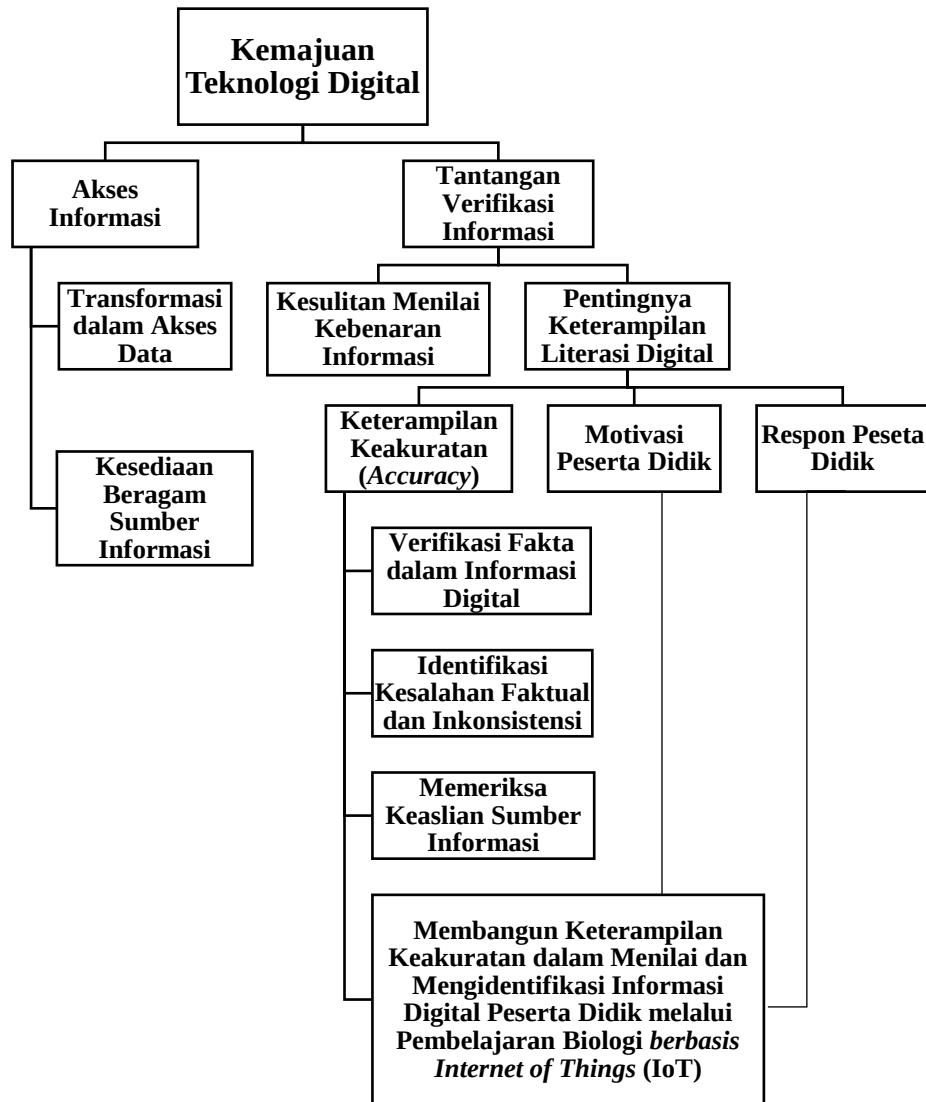
K. Kerangka Berpikir

Uma Sekaran (1992) mendefinisikan kerangka berpikir sebagai suatu model konseptual yang menggambarkan hubungan antara teori dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai isu penting dalam suatu penelitian (Sugiyono, 2017, hlm. 60). Kerangka berpikir yang tersusun dengan baik akan menjelaskan secara teoritis keterkaitan antar variabel yang diteliti. Oleh karena itu, hubungan antara variabel independen dan dependen perlu dijabarkan secara teoritis. Jika dalam penelitian terdapat variabel moderator atau intervening, maka keterlibatan variabel tersebut juga harus dijelaskan secara rasional. Hubungan-hubungan antar variabel tersebut kemudian dituangkan ke dalam bentuk paradigma penelitian. Dengan demikian, setiap penyusunan paradigma penelitian harus berlandaskan pada kerangka berpikir yang telah dirumuskan sebelumnya (Sugiyono, 2017, hlm. 60).

Berdasarkan uraian teori yang telah disampaikan, dapat dirumuskan suatu kerangka berpikir yang bertujuan untuk memperjelas arah dan tujuan dari penelitian ini. Kemajuan teknologi digital telah mendorong transformasi besar dalam akses informasi yang semakin cepat, luas, dan beragam. Namun, kondisi ideal yang mengharuskan peserta didik mampu secara kritis menilai, memverifikasi, dan mengidentifikasi kebenaran informasi digital belum sepenuhnya tercapai. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa peserta didik masih menghadapi kesulitan dalam membedakan informasi yang valid dan tidak valid, lemah dalam keterampilan literasi digital, serta kurang mampu memverifikasi fakta, mengidentifikasi kesalahan faktual, dan memeriksa keaslian sumber informasi. Kesenjangan ini menjadi tantangan penting dalam dunia pendidikan di era digital. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan solusi melalui pembelajaran Biologi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk membangun keterampilan keakuratan peserta didik dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital secara langsung, aktif, dan kontekstual. Dengan pendekatan ini, diharapkan peserta didik tidak hanya menjadi konsumen informasi, tetapi juga mampu berpikir kritis, literat digital, dan responsif terhadap tantangan informasi abad ke-21.

1. Bagan Berpikir Kerangka Penelitian

Kerangka berpikir dalam penelitian ini digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir Penelitian.

L. Asumsi dan Hipotesis Penelitian

1. Asumsi Penelitian

Penelitian ini didasarkan pada beberapa asumsi yang menjadi landasan pelaksanaan dan interpretasi hasil. Asumsi-asumsi ini dirumuskan dengan mempertimbangkan konteks pembelajaran berbasis IoT untuk materi peranan serangga dalam ekosistem di SMA Negeri 16 Bandung, sebagai berikut:

- a. Diasumsikan bahwa penggunaan perangkat IoT yaitu sensor lingkungan dan kamera pemantau aktivitas serangga, mendukung pembelajaran biologi dengan memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan kontekstual, khususnya pada materi peranan serangga dalam ekosistem yang memerlukan pemahaman tentang interaksi biotik dan abiotik.
- b. Diasumsikan bahwa peserta didik kelas X-A memiliki kemampuan dasar untuk menggunakan teknologi digital, sehingga mereka dapat berinteraksi dengan perangkat IoT dan mengevaluasi informasi digital dengan bimbingan yang tepat selama pembelajaran.
- c. Diasumsikan bahwa motivasi dan respon peserta didik terhadap pembelajaran berbasis IoT memengaruhi hubungan antara intervensi pembelajaran dan hasil belajar, seperti pemahaman konsep dan keterampilan keakuratan, sesuai dengan teori *Self-Determination Theory* dan *Technology Acceptance Model*.
- d. Diasumsikan bahwa lingkungan pembelajaran, termasuk fasilitas teknologi dan dukungan guru, memungkinkan implementasi pembelajaran berbasis IoT berjalan secara optimal, sehingga efek intervensi dapat diukur dengan baik.

2. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian untuk mengevaluasi efektivitas pembelajaran berbasis IoT dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan keakuratan peserta didik, serta mempertimbangkan peran motivasi dan respon sebagai variabel intervening, hipotesis penelitian dirumuskan sebagai berikut.

- a. Hipotesis antara X (Pembelajaran berbasis IoT terhadap Y_1 (pemahaman konsep)
 H_0 : Terdapat peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep ekosistem peserta didik setelah mengikuti pembelajaran berbasis IoT dibandingkan sebelum intervensi.
 H_a : Terdapat peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep ekosistem peserta didik setelah mengikuti pembelajaran berbasis IoT dibandingkan sebelum intervensi.
- b. Hipotesis antara X (Pembelajaran berbasis IoT) terhadap Y_2 (keterampilan keakuratan)

- H_0 : Pembelajaran berbasis IoT tidak efektif meningkatkan keterampilan keakuratan peserta didik dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital.
- H_a : Pembelajaran berbasis IoT secara efektif meningkatkan keterampilan keakuratan peserta didik dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital.
- c. Hipotesis antara V_1 (motivasi) terhadap Y_1 (Pemahaman konsep)
- H_0 : Tidak terdapat hubungan positif antara motivasi peserta didik terhadap pembelajaran berbasis IoT dengan pemahaman konsep ekosistem.
- H_a : Terdapat hubungan positif antara motivasi peserta didik terhadap pembelajaran berbasis IoT dengan pemahaman konsep ekosistem.
- d. Hipotesis antara V_1 (motivasi) terhadap Y_2 (Keterampilan keakuratan)
- H_0 : Tidak terdapat hubungan positif antara motivasi peserta didik terhadap pembelajaran berbasis IoT dengan keterampilan keakuratan dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital.
- H_a : Terdapat hubungan positif antara motivasi peserta didik terhadap pembelajaran berbasis IoT dengan keterampilan keakuratan dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital.
- e. Hipotesis antara V_2 (respon) terhadap Y_1 (pemahaman konsep).
- H_0 : Tidak Terdapat hubungan positif antara respon peserta didik terhadap pembelajaran berbasis IoT dengan pemahaman konsep ekosistem.
- H_a : Terdapat hubungan positif antara respon peserta didik terhadap pembelajaran berbasis IoT dengan pemahaman konsep ekosistem.
- f. Hipotesis antara V_2 (respon) terhadap Y_2 (keterampilan keakuratan).
- H_0 : Tidak terdapat hubungan positif antara respon peserta didik terhadap pembelajaran berbasis IoT dengan keterampilan keakuratan dalam menilai informasi digital.
- H_a : Terdapat hubungan positif antara respon peserta didik terhadap pembelajaran berbasis IoT dengan keterampilan keakuratan dalam menilai informasi digital.