

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

Bagian ini memuat teori-teori utama yang menjadi dasar dalam penelitian, termasuk konsep keterampilan kredibilitas, literasi digital, *internet of things (IoT)*, dan *digital habits of mind*. Kajian teori disusun untuk memperkuat landasan konseptual serta mendukung perumusan kerangka berpikir dan analisis data. Pembahasan diawali dengan uraian mengenai keterampilan kredibilitas sebagai fokus utama penelitian ini.

B.

C. Jkbsn

1. Keterampilan Kredibilitas

Dalam proses pembelajaran, *practitioner* harus sanggup mengantarkan modul pelajaran dengan sebaik bisa jadi. Interaksi yang dibentuk wajib menampilkan proses pendidikan yang aktif, kreatif, serta komunikatif. Sehingga nilai- nilai yang di milikinya bisa diserap dengan baik oleh peserta didik serta bisa diimplementasikan dalam kehidupan tiap hari. Sejatinya pembelajaran kepribadian ini memanglah sangat berarti buat diawali semenjak umur dini. Sebab filosofi menanamkan saat ini menuai hari besok merupakan suatu proses yang wajib dicoba dalam rangka membentuk kepribadian anak bangsa. Tidak hanya kepribadian, pembelajaran pula mempunyai akibat yang signifikan pada keyakinan diri orang. Saat seorang mempunyai pengetahuan, keahlian, serta uraian yang mendalam dalam bidang tertentu, mereka cenderung merasa lebih yakin diri dalam bermacam suasana.

Kepercayaan diri ini meningkatkan kredibilitas individu. Untuk beberapa alasan, pendidikan sangat penting untuk membangun karakter dan kredibilitas seseorang:

- a. Pendidikan membuat orang menjadi lebih baik dan memberi stabilitas dalam kehidupan mereka. Mereka yang dekat dengan kita akan mempercayai kita. Kita dapat merendahkan hati dan menyelesaikan semua masalah yang mereka

hadapi. Hal ini juga dapat meningkatkan kepercayaan diri dan kredibilitas sebagai individu.

- b. Pendidikan karakter memainkan peran penting dalam membentuk siswa menjadi orang yang jujur, bertanggung jawab, dan berpikiran positif. Pendidikan karakter mengajarkan nilai-nilai seperti tanggung jawab, integritas, dan disiplin. Siswa yang memiliki karakter kuat cenderung menjadi orang yang bertanggung jawab atas tindakan dan keputusan mereka.
- c. Selain itu, pendidikan membantu kita mengembangkan keterampilan dan bakat kita. Hal ini memungkinkan kita untuk mengejar karir yang kita inginkan dan mencapai tujuan kita, serta berkontribusi pada kemajuan masyarakat dan negara kita. Hal ini akan meningkatkan citra dan pengaruh sebagai individu yang kompeten dan profesional (Putri, R, *et al*, 2023, hal: 74-76).

Kredibilitas adalah kualitas yang dapat menimbulkan kepercayaan disebut kredibilitas. Kesaksian seseorang adalah contoh umum di mana istilah kredibilitas ini digunakan. Oleh karena itu, Seseorang yang dianggap benar dalam suatu perdebatan memiliki kredibilitas. Hal yang dapat dipercaya disebut sebagai kredibilitas. Membangun kredibilitas atau kepercayaan publik kepada kita tentu bukan hal yang mudah. Orang yang percaya diri cenderung lebih mudah bergaul dengan banyak orang. Kredibilitas adalah istilah yang berarti bisa dipercaya. Apa yang dapat dipercaya adalah kredibilitas. Membangun kredibilitas atau kepercayaan orang terhadap kita pasti sulit. Seseorang yang percaya diri akan mudah bersosialisasi dengan banyak orang. Kredibilitas adalah istilah yakni berarti dapat dipercaya, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). Ini pasti terkait dengan kredibel, yang berarti dapat diandalkan. Kredibilitas adalah kemampuan untuk menimbulkan kepercayaan (Fatimah & Sholihah, 2023).

Dalam pembelajaran yang mengedepankan sumber informasi yang valid, kredible atau dapat dipertanggung-jawabkan tentunya menjadi tolak ukur kualitas hasil belajar dan pemberian stimulus terhadap keterampilan terkait menilai dan mengidentifikasi sumber informasi di era digital. Karena, semakin berkembangnya teknologi dan informasi menjadi lebih mudah diakses, muncul pula tantangan baru dalam menilai kredibilitas sumber informasi, khususnya dalam konteks ilmiah (Apriandi *et al.*, 2024). Hal ini menjadi sangat penting memiliki keterampilan

tersebut, karena jika semakin tinggi kredibilitas seseorang atau suatu sumber, semakin besar kemungkinan informasi yang disampaikan diterima dan dipercaya oleh orang lain (Prastiwi & Aminah, 2021). Menurut Ardoni, 2020 terdapat kriteria evaluasi sumber ilmiah di era digital, yakni:

- a. Terdapat pengarang atau organisasi, merupakan identitas penulis sumber, kemampuan akademik, kelompok asal, dan sumber dikutip.
- b. Terdapat ketepatan, merupakan tahap pemeriksaan ataupun pengkajian (*review*), sumber informasi yang digunakan atau dikutip.
- c. Bersifat kekinian, maksudnya adalah tanggal diterbitkan dan diperbaiki, tujuannya untuk mengetahui keterbaruan sumber informasi untuk diperbaiki, ketautan (*link*) ke situs lain, dan
- d. Bersifat obyektif, maksudnya yaitu bebas iklan, bebas dari kutipan pribadi, dan gaya bebas.

Oleh sebab itu, keterampilan kredibilitas pada aspek menilai dan mengidentifikasi sumber informasi digital untuk peserta didik di SMAN 22 Bandung sangat diperlukan untuk melatih berpikir kritis terhadap informasi yang diperoleh pada pembelajaran materi komponen ekosistem yang dianggap kompleks. Sehingga, dengan adanya pembelajaran berbasis *internet of things* sebagai instrumen mampu menunjang selama proses pembelajaran berlangsung.

2. Pembelajaran berbasis *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things yang dikenal sebagai *IoT* awalnya dikeluarkan pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton. Sampai dengan saat ini, berbagai perusahaan menggunakan *IoT* dalam mengembangkan produk-produknya. Para pakar berpendapat bahwa *IoT* adalah “*The Next Big Thing*” di bidang teknologi informasi secara umum. Selain itu, *IoT* mempunyai potensi pengembangan dalam berbagai bidang, ditunjang dengan luasnya penggunaan internet di masyarakat (Henderson, 2003. dalam Ary, M, S, dkk, 2020, hal: 235-237). *IoT* mengubah dan mempengaruhi mekanisme pada proses kegiatan belajar mengajar dengan memberikan pengetahuan terukur kepada para peserta didik. Data yang didapat dari *IoT* bisa dimanfaatkan secara efektif di lingkungan pendidikan, salah satunya dengan mentransformasi penggunaan buku teks kertas menjadi buku elektronik. *IoT* merupakan rangkaian peralatan komputasi yang mempunyai perangkat

identifikasi bersifat unik, yang disebut sebagai *UID*, serta mampu mengirimkan berkas dengan memanfaatkan koneksi secara otomatis. Pengertian *Internet of things* mengalami perkembangan lebih lanjut karena terdapat beberapa teknologi yang digabungkan dengan melibatkan analisis waktu nyata, dan sistem benam (Dunn & Griggs, 1998 dikutip dari (Henderson, 2003. dalam Ary, M, S, dkk, 2020, hal: 235-237). Sejalan dengan pendapat tersebut, menurut (Hutabarat, 2024) menyatakan bahwa *Internet of Things (IoT)* adalah perluasan konektivitas internet kedalam perangkat fisik dan objek sehari-hari yang dilengkapi dengan perangkat elektronik, konektivitas nternet, dan bentuk perangkat keras lainnya seperti sensor, perangkat ini dapat berkomunikasi dan berinteraksi dengan orang lain melalui internet dan dapat dipantau dan dikendalikan dari jarak jauh.

Internet of Things (IoT) Ini adalah teknologi mutakhir yang pada intinya melibatkan banyak perangkat dan sistem di seluruh dunia yang dapat terhubung ke internet dan saling berbagi data. Dengan memanfaatkan perangkat lunak dan sensor, teknologi ini memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi, mengatur, terhubung, dan berbagi data dengan perangkat lain tanpa harus menggunakan internet. Diharapkan, perangkat pintar ini dapat membantu pekerja manusia dalam menyelesaikan berbagai macam tugas atau pekerjaan saat ini (Selay, A, dkk. 2022,hal.1).

a. Dimensi keterampilan kredibilitas

Keterampilan kredibilitas dapat diuraikan ke dalam tiga dimensi utama: otoritas penulis, organisasi penerbit dan riwayat publikasi. Berikut adalah penjelasan rinci setiap dimensi:

1) Otoritas penulis

Dimensi ini mengacu pada kemampuan peserta didik untuk memastikan bahwa informasi yang diperoleh memiliki tingkat keabsahan yang sesuai dan dapat dipercaya sehingga dengan keterampilan ini maka peserta didik mampu memilih sumber informasi digital yang tepat. Menurut Ardoni, 2020 terdapat pengarang atau organisasi, merupakan identitas penulis sumber, kemampuan akademik, kelompok asal, dan sumber dikutip. Semakin tinggi kredibilitas seseorang atau suatu sumber, semakin besar kemungkinan informasi yang disampaikan diterima dan dipercaya oleh orang lain. (Prastiwi & Aminah, 2021).

2) Organisasi Penerbit

Keterampilan peserta didik tentang kredibilitas salah satunya adalah menilai suatu organisasi penerbit dalam hal ini adalah karya ilmiah atau artikel ilmiah. Organisasi ini bertanggung jawab atas seluruh proses penerbitan, mulai dari pemilihan naskah, penyuntingan, desain, produksi, hingga pemasaran dan distribusi. Hal ini tentunya merupakan pertimbangan terbaik dalam menggunakan sumber referensi. Dengan munculnya internet, situs web berita, blog, dan *platform* media sosial menjadi semakin dominan dalam menyebarkan informasi. Ini menghasilkan beragam sumber informasi, baik yang kredibel maupun yang tidak kredibel, yang membuat konsumen bingung tentang kredibilitas sumber tersebut. (Afif Muhtar & Rohman, 2023).

3) Riwayat Publikasi

Dimensi ini memberikan pengalaman langsung bagi peserta didik untuk menilai konsistensi dari penulis atau author yang berperan dalam ilmu pengetahuan. Riwayat publikasi ilmiah merupakan catatan atau arsip dari karya ilmiah yang telah diterbitkan, seperti artikel jurnal, buku, atau prosiding konferensi. Aspek ini menegaskan bahwa penulis memiliki kompetensi dan kualitas dalam menghasilkan karya ilmiah, sehingga dapat dijadikan referensi. Menurut *International Standard Serial Number (ISSN)*, majalah atau jurnal ilmiah harus memenuhi sejumlah persyaratan. Mereka harus memiliki setidaknya empat mitra bestari, diterbitkan secara rutin minimal dua kali setahun (kecuali majalah ilmiah yang mengkhususkan diri pada bidang tertentu), mencetak minimal 300 eksemplar untuk majalah non-elektronik, dan memuat setidaknya 5 artikel utama per edisi (Dwi Septiyarini, 2024).

b. Pentingnya keterampilan kredibilitas dalam era digital

Di era digital saat ini, keterampilan kredibilitas menjadi semakin penting karena:

- 1) Menghindari penyebaran informasi yang salah atau menyesatkan.
- 2) Informasi yang tidak kredibel dapat berdampak negatif pada pengambilan keputusan, baik dalam konteks akademis, profesional, maupun sosial.
- 3) Memahami cara menilai kredibilitas sumber informasi menjadi keterampilan yang sangat berharga di era digital ini

Semakin tinggi kredibilitas seseorang atau suatu sumber, semakin besar kemungkinan informasi yang disampaikan diterima dan dipercaya oleh orang lain (Prastiwi & Aminah, 2021).

3. *Internet of Things* dalam Pendidikan

Berdasarkan penggunaannya, bahwa *IoT* berdampak pada setiap aspek termasuk dalam pendidikan. Dalam konteks pendidikan, penerapan *IoT* telah membuka peluang baru dalam metode belajar, pengajaran, serta pengelolaan lingkungan pendidikan (Vagianos, 2023). Salah satu aspek kunci penerapan *IoT* dalam dunia pendidikan adalah pembentukan lingkungan pembelajaran yang cerdas (Chahal, 2023; Shams Tabrez Siddiqui, 2023). Dengan menghubungkan berbagai perangkat seperti sensor, kamera, dan alat pintar lainnya, *IoT* memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* mengenai kondisi lingkungan belajar, seperti suhu, intensitas cahaya, tingkat kelembaban, dan kebisingan. Informasi yang diperoleh ini dapat digunakan untuk meningkatkan kondisi belajar, menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan produktif bagi siswa, serta mendukung perencanaan dan pengelolaan fasilitas Pendidikan (Jin, 2023). Peran lainnya yakni:

a. *IoT* mempersonalisasi pembelajaran

Melalui data yang dikumpulkan oleh sensor dan perangkat *IoT*, pengajar dapat lebih memahami kebutuhan dan preferensi masing-masing siswa. Hal ini memungkinkan pengembangan pengalaman belajar yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa, seperti penyesuaian materi pembelajaran, jadwal yang lebih fleksibel, dan pendekatan pengajaran yang adaptif

b. *IoT* juga mendukung pengembangan kurikulum berbasis proyek dan pengalaman praktis

Dengan mengintegrasikan perangkat *IoT* seperti mikrokontroler, robotika, dan peralatan ilmiah, siswa dapat terlibat dalam eksperimen dan proyek yang lebih interaktif serta praktis (Raphael M. Assumpção, 2022). Mereka dapat mengumpulkan data secara langsung, menganalisisnya, dan membuat keputusan berdasarkan temuan mereka (Zhengzhe Zhu, 2023). Ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep akademik, tetapi juga mengembangkan

keterampilan dalam pemecahan masalah, kreativitas, dan kolaborasi yang sangat penting (Samsugi, 2021).

c. Manfaat menggunakan *IoT*

Internet of Things (IoT) menawarkan data secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang tinggi, yang dapat diakses lewat perangkat seperti *smartphone*, tablet, dan *notebook*. Selain itu, teknologi ini mempermudah dan memfasilitasi pekerjaan dengan cara mengatasi berbagai masalah. Penerapan *IoT* dalam dunia pembelajaran, terutama dalam pendidikan, melibatkan teknologi yang menghubungkan perangkat fisik dengan jaringan internet untuk mengumpulkan, mengirim, dan menganalisis data secara *real-time*. Dalam konteks pembelajaran Biologi, penggunaan *IoT* dapat membantu siswa memahami konsep-konsep ilmiah secara langsung, seperti memantau parameter lingkungan dalam suatu ekosistem (suhu, cahaya, kelembapan, dan keberadaan serangga) dengan menggunakan sensor digital.

4. Sejarah

Sejarah *IoT* dimulai pada awal tahun 2000-an ketika konsep konektivitas antar perangkat pertama kali muncul, ide dasarnya adalah menghubungkan objek-objek fisik ke internet, memungkinkan mereka berkomunikasi dan bertukar data tanpa intervensi manusia. Pada periode ini, teknologi identifikasi *Radio Frequency Identification (RFID)* dan sensor sederhana menjadi pionir dan sensor-sensor sederhana menjadi fondasi untuk menghubungkan objek secara langsung ke internet. Istilah *Internet of Things (IoT)* yakni benda-benda atau alat-alat cerdas yang dapat berguna untuk kehidupan manusia. *Internet of Things (IoT)* adalah arsitektur sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, dan website, karena perbedaan protokol antara perangkat keras dengan protokol website, maka diperlukan sistem tertanam (*embedded*) berupa *gateway* untuk menghubungkan dan menjembatani perbedaan protokol tersebut (Afriliana *et al.*, 2024). *IoT* ini sudah diimplementasikan di berbagai bidang. *IoT* ini sangat mempengaruhi perkembangan teknologi yang amat pesat dalam kehidupan di era industri 4.0. Melihat fenomena saat ini hampir semua benda dapat digunakan seperti yang diinginkan hanya dengan menekan tombol pada ponsel. Benda-benda yang “cerdas” karena pada benda tersebut telah dilengkapi dengan alat-alat teknologi sesuai dengan kebutuhan

manusia. Inilah konsep pada *IoT* yakni benda-benda yang cerdas dengan dilengkapi teknologi dengan bantuan jaringan internet.

5. Cara Menggunakan *Internet of things (IoT)*

Penggunaan *IoT* dalam pembelajaran umumnya dimulai dengan menentukan kebutuhan pengumpulan data dari objek nyata, seperti suhu, kelembaban, atau gerakan. Setelah itu, perangkat keras seperti sensor dan mikrokontroler dihubungkan dan diprogram untuk mengirimkan data ke *platform digital*. Dalam pendidikan, data tersebut ditampilkan melalui antarmuka visual (*GUI*) menggunakan aplikasi seperti *Blynk IoT*. Peserta didik dapat mengakses data tersebut melalui perangkat seperti *smartphone* atau komputer untuk dianalisis dan digunakan dalam pembelajaran kontekstual.

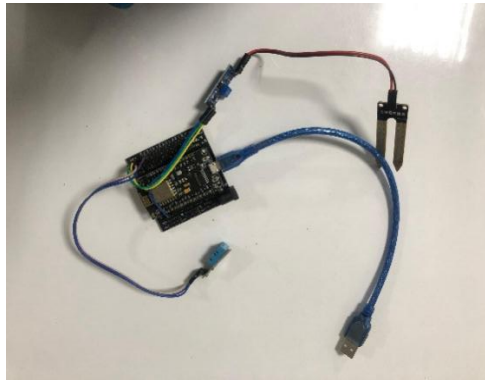
a. Fitur-fitur *Internet of things (IoT)*

Fitur utama dari *IoT* dalam pendidikan adalah integrasi antara *hardware* dan *software*, sehingga memungkinkan pemantauan dan pengendalian objek secara *real-time*. Dalam penggunaannya, media pembelajaran berbasis *IoT* umumnya terdiri dari dua elemen utama, yaitu material perangkat *IoT* dan aplikasi pemantau data seperti *Blynk IoT*.

b. Material Perangkat *IoT*

Dalam menunjang kegiatan pembelajaran berbasis lingkungan dan teknologi, pemanfaatan perangkat berbasis *Internet of things (IoT)* menjadi alternatif inovatif yang memungkinkan pengambilan data lingkungan secara langsung, akurat, dan *real-time*. *IoT* memungkinkan perangkat fisik seperti sensor dan kamera untuk terhubung melalui jaringan internet dan berfungsi secara otomatis dalam mengamati parameter-parameter lingkungan tertentu. Dalam konteks penelitian ini, perangkat *IoT* dirancang secara sederhana namun fungsional untuk mengumpulkan data yang valid dengan pertumbuhan tanaman, seperti kelembaban tanah, suhu, intensitas cahaya, serta dokumentasi visual. Material perangkat *IoT* yang digunakan terdiri atas komponen-komponen utama berikut:

1) Komponen Alat *IoT*



Gambar 2.1 Alat *Internet Of Things (IoT)* Yang Terdiri Dari: (1) Sensor Kelembaban Tanah, (2) Sensor Suhu, (3) Sensor Intensitas Cahaya, Dan (4) Kamera Sensor

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025



Gambar 2.2 Sensor Kamera Alat *Internet of Things (IoT)*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

Berdasarkan Gambar 2.1 dan 2.2, Komponen-komponen perangkat *Internet of things (IoT)* dalam penelitian ini didesain untuk memonitor kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman secara digital dan *real-time*. Alat ini mencakup sejumlah elemen utama yang saling terintegrasi dan mampu mengirimkan data menggunakan koneksi *hotspot*. Komponen-komponen yang dimanfaatkan untuk penelitian dengan materi ekosistem di lingkungan sekolah antara lain:

a) Sensor Kelembaban Tanah

Berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembaban dalam media tanam. Data dari sensor ini digunakan untuk menentukan apakah tanah dalam kondisi kering atau lembab, sehingga dapat menjadi dasar keputusan penyiraman tanaman.

b) Sensor Suhu

Digunakan untuk mengukur suhu lingkungan di sekitar tanaman. Informasi suhu penting untuk mengetahui kondisi iklimat yang memengaruhi pertumbuhan tanaman.

c) Intensitas Cahaya

Berfungsi untuk mendeteksi jumlah cahaya yang diterima tanaman. Sensor ini membantu mengidentifikasi apakah tanaman mendapatkan pencahayaan yang cukup untuk proses fotosintesis.

d) Kamera Sensor

Kamera berperan sebagai perangkat dokumentasi visual yang mampu merekam kondisi tanaman seiring waktu berjalan. Foto-foto yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk observasi visual mengenai perubahan morfologi tanaman dan indikasi adanya gangguan pada pertumbuhan.

2) Langkah-Langkah Penggunaan Alat *Internet of things (IoT)*

Penggunaan alat *IoT* dalam kegiatan pembelajaran berbasis lingkungan dilakukan melalui tahapan implementasi langsung di lapangan. Alat ini bekerja secara otomatis setelah diaktifkan dan terhubung dengan jaringan internet melalui *hotspot* dari *handphone*. Langkah-langkah penggunaannya dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.3 Pengaktifan Alat *Internet of Things (IoT)*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

a) Pengaktifan Alat dan Koneksi ke *Hotspot*

Sebelum alat *IoT* diaktifkan, pengguna terlebih dahulu menyalakan *hotspot* pada *handphone* dan memastikan bahwa nama serta sandi *hotspot* sesuai dengan yang telah diprogramkan dalam perangkat. Setelah *hotspot* aktif, alat dihubungkan

ke *powerbank* atau *laptop* menggunakan kabel USB untuk mengalirkan daya dan mengaktifkan sistem. Begitu mendapatkan suplai daya, alat secara otomatis akan mencari koneksi *hotspot* dan tersambung ke jaringan internet yang tersedia. Proses ini menandai awal beroperasinya alat, yang kemudian mulai membaca dan mengirimkan data sensor secara berkala.

b) Penempatan Sensor pada Lokasi Pemantauan



Gambar 2.4 Penempatan Alat *Internet of Things (IoT)*
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

Sensor kelembaban tanah ditancapkan secara vertikal ke dalam media tanam pada kedalaman yang cukup untuk mendeteksi kadar air di sekitar akar tanaman. Sensor suhu diletakkan di area terbuka yang mencerminkan suhu udara sekitar, sedangkan sensor intensitas cahaya diarahkan ke atas agar dapat menangkap pencahayaan alami yang diterima tanaman secara maksimal

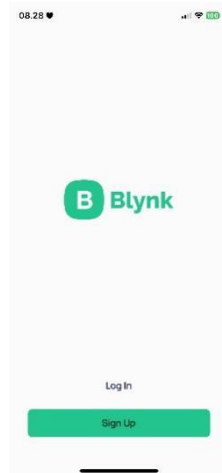
c) Aplikasi *Blynk IoT*

Blynk IoT merupakan aplikasi *mobile* berbasis *IoT* yang memudahkan pengguna dalam membuat antarmuka pengguna (*User Interface*) untuk memantau dan mengendalikan perangkat dari jarak jauh. Aplikasi ini bersifat kompatibel dengan berbagai jenis mikrokontroler dan sensor, serta menyediakan tampilan visual yang intuitif.

d) Halaman Depan

Usai mengunduh aplikasi *Blynk IoT* dari *Play Store* atau *Apps Store*, pengguna akan menjumpai halaman utama pembuka setelah pemasangan selesai. Pada fase

ini, peserta didik tidak diwajibkan untuk membuat akun pribadi, sebab guru akan membimbing mereka untuk menggunakan akun yang telah ada.

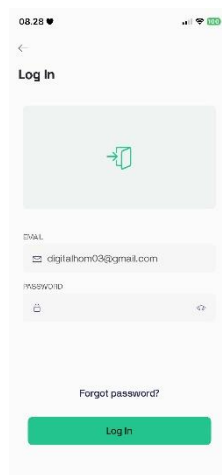


Gambar 2.5 Halaman Depan Aplikasi *Blynk IoT*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

e) Menu Masuk (*Login Page*)

Sesudah aplikasi *Blynk* sukses diinstal, guru hendak memusatkan peserta didik untuk membuka aplikasi tersebut. Tidak butuh membuat akun secara orang, karena guru sudah mempersiapkan akun yang nantinya dibagikan kepada setiap peserta didik untuk langsung digunakan dalam proses pendidikan.

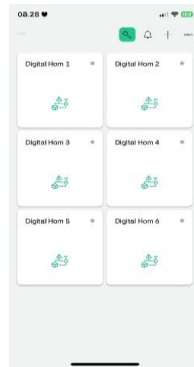


Gambar 2.6 Menu Masuk (Login Page) Aplikasi *Blynk IoT*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

f) Bar Proyek Perangkat *IoT*

Bar perangkat pada aplikasi *Blynk* menyediakan daftar ruang atau *rooms* yang mewakili berbagai proyek atau perangkat *IoT* yang telah terhubung. Setiap ruang mencerminkan proyek tertentu dan memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengakses, mengelola, serta memantau perangkat berdasarkan fungsi dan tujuannya secara terpisah.



Gambar 2.7 Bar Proyek Aplikasi *Blynk IoT*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

g) *Monitoring Panel*

Halaman pemantauan atau monitoring merupakan fitur utama yang menampilkan informasi secara langsung dari perangkat yang terhubung. Data seperti temperatur, kelembaban, atau status sensor ditampilkan secara real-time, memungkinkan siswa untuk melakukan observasi serta intervensi jika diperlukan, sehingga pembelajaran menjadi lebih berbasis data dan aktual.



Gambar 2.8 Monitoring Panel Aplikasi *Blynk IoT*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

h) Pengaturan Tampilan (*Customize*)

Fitur penyesuaian pada aplikasi *Blynk* memberi keleluasaan bagi pengguna untuk menata tampilan antarmuka proyek sesuai kebutuhan. Pengguna dapat menambahkan atau mengatur berbagai komponen seperti tombol digital, grafik visual, atau penggeser, agar penggunaan perangkat menjadi lebih intuitif dan mendukung efektivitas proses pembelajaran yang dirancang.



Gambar 2.9 Penganturan Tampilan (*Customize*) Aplikasi *Blynk IoT*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

i) Kelebihan dan Kekurangan *IoT*

Kelebihan *Internet of things (IoT)* termasuk memudahkan pemantauan dan pengendalian perangkat secara *real-time* serta meningkatkan efisiensi di berbagai sektor. Namun, salah satu kekurangan utama *IoT* adalah ketergantungannya yang besar pada koneksi internet. Jika koneksi internet tidak stabil atau terputus, perangkat *IoT* tidak dapat beroperasi dengan baik, yang mengakibatkan terganggunya atau bahkan gagalnya proses *monitoring* dan kontrol.

Namun demikian, terdapat pula beberapa kekurangan. Di antaranya adalah kebutuhan akan koneksi internet yang stabil, keterampilan teknis awal yang cukup tinggi bagi guru dan siswa, serta potensi masalah privasi dan keamanan data apabila tidak dikelola secara tepat. Oleh karena itu, penting untuk menyediakan pelatihan dan panduan teknis yang memadai agar pemanfaatan *IoT* dapat dilakukan secara efektif di dalam kelas.

6. *Digital Habits of Mind (HoM)*

Habits of Mind dapat dianggap sebagai suatu perilaku positif yang dilakukan oleh peserta didik secara berulang-ulang dari waktu ke waktu hingga menjadi otomatis. Ini berarti bahwa *habits of mind* bukanlah bakat bawaan atau faktor

genetis, melainkan kebiasaan yang dipelajari dan dikembangkan dengan sengaja dan sadar melalui pembiasaan selama jangka waktu tertentu (Nita Destia, 2024; hal. 2). *Habits of mind*, atau kebiasaan berpikir, adalah kebiasaan positif yang diulang-ulang oleh siswa dari waktu ke waktu. Konsep ini digunakan untuk merespon pertanyaan dan memecahkan masalah yang belum tentu memiliki jawaban segera, sehingga guru dapat mengamati bagaimana siswa menciptakan pengetahuan alih-alih sekadar mengingatnya (Milatun, 2023: hal. 6).

7. Ekosistem

a. Komponen-Komponen Ekosistem

Dalam pelajaran biologi, ada bidang studi yang meneliti semua organisme di suatu wilayah, disebut ekosistem, yang juga mencakup faktor-faktor abiotik. Ekosistem dapat dimengerti dan dipelajari dalam berbagai skala, selama terdapat elemen utama (baik biotik maupun abiotik) yang bekerja sama untuk mencapai fungsionalitas yang stabil. Batas-batas banyak ekosistem sering kali sulit ditentukan dengan pasti. Menurut Reiniers (1986), seperti yang dikutip oleh Stilling (1992), ekosistem seharusnya dianggap sebagai level organisasi ekologi yang paling mendasar karena alasan ini dan lainnya. Ia menyoroti kelemahan dalam pendekatan sistem yang terlalu logis. Keuntungan utama dari pendekatan ekologi ekosistem adalah memungkinkan analisis aliran energi dan siklus nutrisi, yang memfasilitasi perbandingan antar komunitas dan populasi. Contohnya, dalam hal mendapatkan makanan, minuman, dan tempat bersarang, organisme juga memberikan elemen-elemen tertentu kepada lingkungannya.

b. Elemen Ekosistem

Elemen Ekosistem merupakan suatu bagian dari ekosistem yang bermacam-macam bentuknya sesuai bentangan tempat ekosistem berada, seperti ekosistem hutan, rawa, danau dan lainnya (Arafat, dkk, 2023: hal.97). Ekosistem Ini adalah suatu kesatuan yang bergerak dan dinamis, yang terdiri dari berbagai spesies yang saling berinteraksi dengan lingkungannya, baik yang hidup maupun yang tidak hidup. Faktor biotik adalah bagian dari lingkungan yang berupa makhluk hidup, yang mencakup semua organisme yang bisa saling berinteraksi. Makhluk hidup sebagai komponen biotik terbagi menjadi individu, populasi, dan komunitas. Komponen yang mempengaruhi produktivitas ekosistem ada faktor biotik dan

faktor abiotik. Ekosistem mencakup elemen abiotik, biotik, dan sosial-budaya-ekonomi. Elemen abiotik yang memengaruhi produktivitas ekosistem adalah kondisi edafik dan hidrologik.

c. Individu

Bila kita mengamati organisme satu persatu sebagai individu, maka individu ini dapat kita lihat, dihitung, diukur, dipakai percobaan. Kadang-kadang organisme itu berkelompok menjadi satu sehingga keseluruhannya terlihat sebagai individu. Misalnya binatang karang, rumpun bambu dan lain-lain (Zaenal Arifin, 2024: hal. 165).

d. Populasi

Populasi adalah kumpulan individu yang hidup di suatu tempat pada suatu waktu tertentu. Spesies adalah kelompok organisme yang mampu berbiak silang sesamanya dan menghasilkan keturunan yang fertil (pada kondisi alami).Populasi berhubungan dengan jenis individu, waktu dan tempat. Kepadatan populasi artinya individu-individu dihubungkan dengan ruang yang ditempati, Misalnya, di kelas A 40 orang, dikatakan kepadatan populasi 40 orang tiap kelas (Zaenal Arifin, 2024: hal. 165).

e. Komunitas

Kelompok organisme yang hidup bersama-sama terdiri dari berbagai jenis populasi dan disebut komunitas. Sebuah komunitas biotik terdiri dari tumbuhan, hewan, dan manusia. Setiap makhluk hidup memiliki peran dan fungsi tertentu. yang berbeda dalam lingkungannya. Secara garis besar jabatan atau fungsi organisme dalam suatu komunitas dibedakan menjadi 4 kelompok, yaitu produsen, konsumen, pengurai, dan detritivor (Zaenal Arifin, 2024: hal. 165).

f. Faktor Abiotik

Komponen abiotik adalah komponen fisik dan kimia yang ada di dalam ekosistem, yang mendukung kehidupan makhluk hidup.. Organisme bisa hidup dan berkembang biak karena adanya faktor-faktor fisika dan kimia dari lingkungan sekitarnya. Komponen abiotik yang membentuk suatu ekosistem meliputi sinar matahari, suhu, air, kelembaban, udara, tanah, dan pH. Faktor abiotik meliputi cahaya matahari, suhu, kelembapan, air, tanah, udara, serta pH (Arafat, dkk, 2023: hal.97).

1) Air

Air memiliki peran penting bagi tumbuhan karena dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Selain itu, air melarutkan mineral dari tanah sehingga akar tumbuhan bisa menyerapnya dengan lebih mudah. Air juga menjaga kelembapan dan kesegaran tumbuhan. Bagi hewan darat, air adalah sumber minuman, sementara bagi hewan air, air berfungsi dalam melarutkan oksigen. Sebagian besar tubuh makhluk hidup terdiri dari air, dan setiap hari mereka membutuhkan asupan air. Fungsi air mencakup: a) pelarut zat-zat penting bagi tubuh, b) media untuk pengangkutan zat dalam tubuh, c) pengatur suhu tubuh, dan d) tempat berlangsungnya reaksi zat dalam tubuh (Zaenal Arifin, 2024: hal. 166).

2) Tanah

Tanah bukan sekadar tempat berpijak bagi makhluk hidup; ia juga berfungsi sebagai substrat untuk beragam organisme. Selain itu, tanah menyediakan kebutuhan penting bagi makhluk hidup, seperti unsur hara dan mineral. Tidak semua jenis makhluk hidup dapat bertahan di setiap jenis tanah, karena tiap jenis tanah memiliki karakteristik berbeda, seperti tingkat pH, kadar kelembapan, dan tingkat kesuburannya (Zaenal Arifin, 2024: hal. 166).

3) Suhu

Makhluk hidup dapat hidup dengan suhu tertentu, yaitu:

- a) Suhu maksimum: suhu yg paling tinggi yang masih memungkinkan untuk hidup.
- b) Suhu optimum: suhu yang paling baik untuk hidup.
- c) Suhu minimum: suhu yg paling rendah yg masih memungkinkan untuk hidup (Zaenal Arifin, 2024: hal. 166-167).

4) Cahaya

Sinar matahari berfungsi sebagai sumber energi utama di planet kita. Semua makhluk hidup mendapatkan energi dari matahari, baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebagai bagian dari komponen abiotik, cahaya matahari berperan sebagai sumber energi primer dalam suatu ekosistem. Mengingat posisinya sebagai sumber energi utama, sinar matahari sangat vital bagi proses fotosintesis.

5) Udara

Komponen yang sangat penting dalam udara adalah O_2 (oksigen), yang diperlukan untuk proses pembakaran bahan-bahan dalam tubuh. Sementara itu, CO_2 (karbon dioksida) berperan sebagai bahan dasar dalam proses asimilasi.

6) Tekanan udara

Faktor ini tidak langsung berdampak pada makhluk hidup karena makhluk hidup mampu menyesuaikan diri dengan kondisi tersebut.

7) Topografi

Topografi melibatkan elemen seperti elevasi, yaitu ketinggian suatu lokasi dari permukaan laut, serta posisi lintang, yang diukur berdasarkan jaraknya dari garis khatulistiwa. Faktor-faktor topografi ini berpengaruh signifikan terhadap persebaran makhluk hidup, khususnya dalam distribusi vegetasi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kontur permukaan bumi yang menyebabkan variasi pada intensitas cahaya, suhu, dan jumlah curah hujan di berbagai area.

8) Iklim

Iklim merupakan salah satu faktor abiotik yang muncul sebagai hasil dari interaksi antara beragam faktor abiotik lainnya, seperti kelembapan udara, suhu, dan curah hujan. Iklim memiliki dampak signifikan terhadap kesuburan tanah. Namun, sebaliknya, kesuburan tanah tidak memengaruhi iklim.

g. Elemen Biotik

Elemen biotik mencakup semua makhluk hidup yang ada di dalam suatu lingkungan. Berdasarkan peranannya, organisme dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok: produsen, konsumen, dan pengurai.

1) Produsen

Produsen ialah makhluk hidup yang mampu memproduksi makanan organik dari bahan anorganik. Organisme yang dapat mengubah bahan anorganik menjadi organik dikenal sebagai autotrof. Apabila organisme tersebut memanfaatkan energi dari sinar matahari untuk menghasilkan makanan organik, maka organisme tersebut disebut fotoautotrof. Tumbuhan hijau adalah salah satu contohnya. Tumbuhan hijau memanfaatkan cahaya matahari untuk mengubah karbon dioksida dan air menjadi karbohidrat. Proses ini dikenal sebagai fotosintesis.

2) Konsumen

Konsumen merupakan organisme yang memperoleh makanan dengan memakan organisme lain. Organisme yang dimakan dapat berupa tumbuhan, hewan, atau sisa-sisa organisme. Organisme yang tidak dapat mengubah zat anorganik menjadi zat organik dan memperoleh nutrisi dengan mengonsumsi organisme lainnya dikenal sebagai organisme heterotrof.

Ketika organisme heterotrof mengonsumsi organisme autotrof, mereka diberi label sebagai konsumen primer atau konsumen pertama. Konsumen primer, yang dikenal juga sebagai herbivora, secara langsung memakan tumbuhan. Contoh dari herbivora adalah sapi, kambing, domba, dan belalang.

Organisme heterotrof yang mengonsumsi herbivora atau hewan lain disebut karnivora. Contoh dari karnivora termasuk kucing, anjing, elang, dan ular. Organisme yang mampu memakan baik tumbuhan maupun hewan disebut omnivora. Contoh omnivora antara lain manusia, kera, orang utan, dan beruang. Organisme yang memakan bangkai hewan yang masih utuh disebut sebagai pemakan bangkai atau scavenger, seperti burung pemakan bangkai. Organisme yang memakan sisa organisme yang telah mati disebut detritivora. Contohnya adalah cacing tanah, rayap, dan serangga tanah.

3) Dekomposer

Beberapa jenis organisme mampu menguraikan sampah organik seperti sisa-sisa tubuh hewan dan tumbuhan menjadi bahan-bahan anorganik. Organisme ini disebut dekomposer. Contohnya adalah bakteri dan jamur.

h. Hubungan Timbal Balik Antar Elemen Ekosistem

Setiap makhluk hidup sangat bergantung pada makhluk lain yang ada di sekitarnya. Interaksi ini melibatkan dua atau lebih jenis makhluk hidup. Terdapat keragaman yang sangat luas dalam macam, karakteristik, serta perilaku makhluk hidup di dunia ini. Oleh karena itu, bentuk interaksi antar makhluk hidup pun sangat bervariasi. Berikut ini akan dijelaskan beberapa jenis dari interaksi antar makhluk hidup berdasarkan penjelasan dari Zainal Arifin dalam modul ajar mandiri tahun 2024.

i. Interaksi antara Elemen biotik dengan biotik

Interaksi ini bisa terjadi antar organisme, antar populasi, dan antar komunitas (Zaenal Arifin, 2024: hal. 168).

1) Hubungan timbal balik antar organisme

Semua makhluk hidup selalu memerlukan bantuan dari makhluk hidup lainnya. Setiap individu selalu berhubungan dengan individu lain, baik yang sama jenisnya maupun berbeda jenisnya. Hubungan ini bisa terjadi antarindividu dalam satu populasi atau antara individu dari populasi yang berbeda. Interaksi antara makhluk hidup dapat dibagi menjadi beberapa kategori berikut:

a) Netralisme

Hubungan antarorganisme yang hidup di habitat yang sama tetapi tidak saling mengganggu, serta tidak memberi keuntungan atau kerugian bagi kedua pihak, disebut sebagai hubungan netral. Contohnya adalah hubungan antara capung dan sapi, serta ayam dan kucing.

b) Predasi

Predasi adalah hubungan antara mangsa dan pemangsa, atau disebut juga predator. Hubungan ini sangat erat karena tanpa mangsa, predator tidak bisa hidup. Sebaliknya, predator juga membantu mengendalikan jumlah populasi mangsa. Contohnya, singa memangsa kijang dan rusa, sedangkan burung hantu memangsa tikus.

c) Parasitisme

Parasitisme adalah hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies, di mana salah satu organisme hidup di tubuh atau pada inangnya dan mengambil makanan atau nutrisi dari inang tersebut, sehingga menyebabkan kerugian bagi inangnya. contoh: Plasmodium dengan manusia, Taeniasaginata dengan sapi, dan benalu dengan pohon inang, nyamuk *anopheles* dengan manusia.

d) Komensalisme

Komensalisme adalah hubungan antara dua jenis organisme yang berbeda. Mereka hidup bersama dan membagi sumber makanan. Salah satu spesies mendapatkan manfaat, sedangkan spesies lainnya tidak dirugikan. Contohnya adalah anggrek yang tumbuh di pohon, serta ikan hiu dan ikan remoranya (Zaenal Arifin, 2024: hal. 169).

e) Mutualisme

Mutualisme adalah Interaksi antara dua organisme berbeda yang saling memberikan keuntungan satu sama lain. Misalnya, bakteri *Rhizobium* yang hidup

dalam bintil akar tanaman kacang-kacangan, bunga, serta jenis tanaman berakar lebat lainnya.

2) Hubungan timbal balik antar populasi

Dalam sebuah komunitas, setiap kelompok dalam populasi selalu berinteraksi, baik secara langsung atau pun tidak secara langsung. Berikut ini beberapa contoh hubungan timbal balik antara populasi.

a) Alelopati

Alelopati adalah interaksi antar kelompok makhluk hidup, di mana satu kelompok mengeluarkan zat yang menghambat pertumbuhan kelompok lain. Misalnya, di sekitar pohon walnut (*Juglans*) jarang tumbuh tanaman lain karena tanaman ini menghasilkan zat yang bersifat beracun. Dalam hal mikroorganisme, alelopati dikenal dengan istilah anabiosa. Contohnya, jamur *Penicillium sp.* bisa menghasilkan antibiotik yang menghambat pertumbuhan bakteri tertentu.

b) Kompetisi

Kompetisi adalah interaksi antara populasi yang memiliki kebutuhan yang sama, sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan sumber daya yang dibutuhkan. Contohnya, persaingan antara kambing dan sapi di padang rumput, atau persaingan antara individu jantan hewan untuk menangkap wilayah atau pasangan.

3) Interaksi antar komunitas

Komunitas adalah kumpulan populasi yang berbeda di suatu daerah yang sama dan saling berinteraksi. Contoh komunitas, misalnya komunitas sawah dan sungai. Komunitas sawah disusun oleh bermacam-macam organisme, misalnya padi, belalang, burung, ular, dan gulma. Komunitas sungai terdiri dari ikan, ganggang, zooplankton, fitoplankton, dan dekomposer. Antara komunitas sungai dan sawah terjadi interaksi dalam bentuk peredaran nutrien dari air sungai ke sawah dan peredaran organisme hidup dari kedua komunitas tersebut. Interaksi antar komunitas cukup kompleks karena tidak hanya melibatkan organisme, tapi juga aliran energi dan makanan.

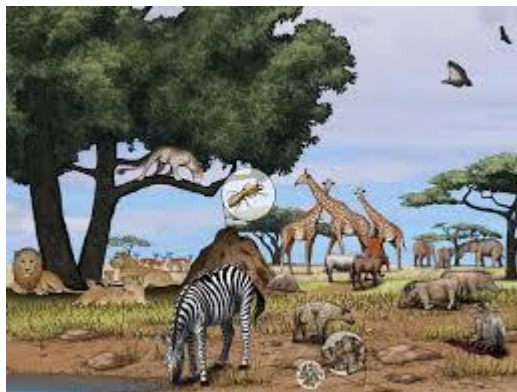
4) Interaksi antara komponen biotik dengan komponen abiotik

Interaksi antara makhluk hidup dengan unsur non-hidup membentuk suatu ekosistem. Hubungan antara organisme dengan lingkungan sekitarnya menyebabkan terjadinya aliran energi di dalam sistem tersebut. Selain aliran energi, di dalam ekosistem juga terdapat struktur atau tingkat trofik, keragaman makhluk hidup, serta siklus materi. Karena adanya interaksi seperti itu, ekosistem dapat menjaga keseimbangannya. Upaya untuk mempertahankan keseimbangan ini merupakan ciri khas dari suatu ekosistem. Jika keseimbangan tidak tercapai, maka akan muncul perubahan dalam ekosistem guna mencapai keseimbangan baru.

j. Macam-Macam Ekosistem

Secara umum, ekosistem dibagi menjadi dua jenis, yaitu ekosistem darat dan ekosistem perairan. Ekosistem perairan lebih lanjut dibagi lagi menjadi ekosistem air tawar dan ekosistem air laut. Berikut beberapa jenis ekosistem menurut Khoirul Huda, 2021 (hal. 12).

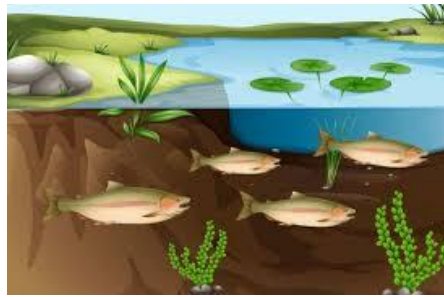
1) Ekosistem Darat



Gambar 2.10 Ekosistem Darat

Ekosistem darat adalah jenis ekosistem yang memiliki lingkungan fisik berupa daratan. Berdasarkan letak geografisnya, terutama posisi garis lintangnya, ekosistem darat dapat dibagi menjadi beberapa bioma. Bioma adalah ekosistem darat yang memiliki ciri khas di suatu wilayah, dan didominasi oleh jenis vegetasi tertentu. Batas antara dua bioma disebut *ecotone*. Jenis-jenis bioma adalah sebagai berikut.

2) Ekosistem Perairan



Gambar 2.11 Ekosistem Perairan

a) Ekosistem air tawar

Ciri-ciri ekosistem air tawar menurut Khoirul Huda, 2021: hal. 14) antara lain: Variasi suhu tidak menyolok.

1. Penetrasi cahaya kurang, dan dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.
2. Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji. Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar. Contoh ekosistem air tawar adalah

b) Danau

Danau merupakan suatu badan air yang menggenang dan luasnya mulai dari beberapa meter persegi hingga ratusan meter persegi. Zonasi Danau dibagi menjadi:

1. Litoral

Litoral merupakan bagian dari zona benthal yang masih dapat ditembus oleh cahaya matahari. Daerah ini merupakan daerah dangkal. Cahaya matahari menembus dengan optimal. Pada zona litoral, produser utamanya adalah tanaman yang berakar (anggota *spermatophyta*) dan tanaman yang tidak berakar (fitoplankton, ganggang dan tanaman hijau yang mengapung). Sedangkan konsumernya meliputi beberapa larva serangga air seperti, *platyhelminthes*, *rotifer*, *oligochaeta*, *moluska*, amfibi, ikan, penyu, ular dan lain sebagainya.

2. Limnetik

Daerah ini merupakan daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat ditembus sinar matahari. Fotosintesis dapat terjadi secara maksimal dan konsentrasi oksigen (O_2) lebih besar dari karbondioksida (CO_2). Pada zona limnetik, produsernya terutama fitoplankton dan tumbuhan air yang terapung bebas seperti, *water hyacinth* (*Eichornia crassipes*), *Ceratophyllum sp.*, *Utricularia sp.*, *Hydrilla verticillata*, *duckweed* (*Lemna ap*); dan *vascular plants*, seperti: *Equisetum sp.*,

loetes sp dan *Azolla sp*. Sedangkan konsumernya meliputi zooplankton dan *copepoda*, *rotifera* dan beberapa jenis ikan.

3. Profundal

Zona profundal merupakan bagian dari zona benthal di bagian perairan. yang dalam dan tidak dapat ditembus lagi oleh cahaya matahari. Pada zona profundal, banyak dihuni oleh jenis-jenis bakteri dan fungi, cacing darah, yang meliputi larva chironomidae, dan annelida yang banyak mengandung haemoglobin, jenis-jenis kerang kecil seperti anggota famili sphaeridae dan larva "*phantom*" atau *Chaoboras (corethra)*.

4. Sungai

Sungai adalah suatu badan air yang mengalir ke satu arah Air sungai dingin dan jernih serta mengandung sedikit sedimen dan makanan. Secara umum, sebuah sungai bisa dibagi menjadi tiga bagian. Bagian atas (hulu), tengah, dan bawah (bilir). Setiap bagian ini memiliki ciri khas, bentuk, dan aktivitasnya sendiri sendiri.

c) Ekosistem Air Laut

Menurut Khoirul huda, 2021: hal.17 terdapat ciri-ciri dari ekosistem air laut yang merupakan ekosistem di lingkungan air yang merupakan habitat ekosistem dilaut ini , yakni:

1. Memiliki kadar mineral yang tinggi, ion terbanyak ialah Cl (55%), namun kadar garam di laut bervariasi, ada yang tinggi (seperti di daerah tropika) dan ada yang rendah (di laut beriklim dingin).
2. Ekosistem air laut tidak dipengaruhi oleh iklim dan cuaca. Ekosistem laut dibagi menjadi beberapa zona yaitu zona intertidal, zona neritik, zona pelagik, zona fotik, zona bentik, dan zona afotik. Untuk lebih jelasnya bisa melihat gambar dari zonasi ekosistem laut berikut ini.
3. Estuari (muara) merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Estuari sering dipagari oleh lempengan lumpur intertidal yang luas atau rawa garam. Ekosistem estuari memiliki produktivitas yang tinggi dan kaya akan nutrisi. Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton. Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan

d) Ekosistem Pantai

Ekosistem pantai dikenal sebagai salah satu jenis ekosistem yang unik sebab mencakup tiga unsur yakni tanah di daratan, air di lautan dan juga udara. Pantai merupakan pertemuan antara ekosistem daratan dan juga ekosistem akuatik. Ekosistem pantai sangat dipengaruhi oleh siklus harian arus yang pasang dan surut. Dengan demikian, flora dan fauna yang bisa bertahan di pantai adalah mereka yang bisa beradaptasi dengan cara melekat ke substrat keras agar tidak terhempas gelombang. Wilayah paling atas dari ekosistem pantai adalah titik yang hanya terkena air pada saat pasang naik tinggi. Area ini didiami beberapa jenis moluska, ganggang, kerang, dan beberapa jenis burung pantai. Sementara itu, titik tengah pantai terendam jika pasang tinggi juga pasang rendah. Tempat ini didiami beberapa organisme semisal anemon laut, remis, siput, ganggang, porifera dan masih banyak lagi lainnya. Sementara itu wilayah terdalam dari ekosistem pantai dihuni oleh beragam jenis makhluk invertebrata juga ikan dan berbagai jenis rumput laut (Khoirul Huda, 2021: hal. 19).

e) Ekosistem Buatan

Secara sederhana, pengertian ekosistem buatan (*Man Mode-ecosystem*) tak lain adalah suatu ekosistem yang terbentuk berkat rekayasa manusia dalam tujuannya. Untuk memenuhi pun mencukupi kebutuhan hidup manusia atau penduduk yang semakin hari semakin meningkat. Ekosistem buatan ini memperoleh subsidi energi dari luar dan baik itu tanaman maupun hewan akan memperoleh pengaruh besar dari manusia oleh karena itu bisa dikatakan keanekaragamannya sangat rendah. Ada banyak contoh ekosistem buatan yang direkayasa manusia, antara lain:

1. Ekosistem Bendungan.
2. Ekosistem Tanaman Produksi misalnya hutan jati dan atau hutan pinus.
3. Ekosistem Sawah Irigasi.
4. Ekosistem Perkebunan misalnya sawit, teh, cengkeh dan masih banyak lagi lainnya.
5. Ekosistem Tambak.
6. Ekosistem Ladang

k. Interaksi Ketergantungan Antar Unsur Biotik

Dalam sebuah ekosistem, selalu terdapat produsen, konsumen, dan pengurai. Setiap komponen ini memiliki peran yang berbeda. Namun, dalam menjalankan perannya, mereka saling bergantung satu sama lain, baik secara langsung maupun tidak langsung. Jika digambarkan, interaksi antara komponen-komponen biotik akan membentuk pola jaring-jaring ekologi. Jaring-jaring ekologi bisa berupa rantai makanan, jaring-jaring makanan, atau piramida makanan.

1. Rantai makanan dan jaring-jaring makanan

Menurut Khoirul Huda, 2021: hal.19 rantai makanan adalah cara berpindarnya materi dan energi melalui proses makan dan dimakan dengan urutan tertentu. Setiap tingkat dalam rantai makanan disebut tingkat trofi atau taraf trofik. Karena organisme pertama yang mampu membuat makanan adalah tumbuhan, maka tingkat trofi pertama selalu diisi oleh tumbuhan hijau sebagai produsen. Tingkat trofi berikutnya adalah tingkat kedua yang terdiri dari hewan yang memakan tumbuhan disebut konsumen primer. Hewan yang memakan konsumen primer berada di tingkat trofi ketiga atau disebut konsumen primer sekunder, yang terdiri dari hewan karnivora dan seterusnya. Organisme yang menempati tingkat trofi tertinggi disebut rumpun bertindak sebagai produsen.

- 1) Belalang sebagai konsumen I (herbivora)
- 2) Katak sebagai konsumen II (karnivora)
- 3) Ular sebagai konsumen III/konsumen puncak (karnivora)
- 4) Jamur sebagai dekomposer.

Rantai makanan pertama kali diteliti oleh ilmuwan Arab Al-Jahiz pada abad ke-9, yang kemudian dipopulerkan kembali oleh Charles Sutherland Elton pada tahun 1927. Dalam rantai makanan terdapat tiga macam "rantai pokok yang menghubungkan antar tingkatan trofik, yaitu:

- 1) Rantai pemangsa, yaitu rantai makanan yang terjadi ketika hewan memakan tumbuhan dimakan oleh hewan pemakan daging, contoh: kelinci-ular-elang.
- 2) Rantai saprofit, yaitu rantai makanan yang terjadi untuk mengurai organisme yang sudah mati. Rantai ini muncul karena adanya dekomposer. contoh: elang mati-bakteri.
- 3) Rantai parasit, yaitu rantai makanan yang terjadi karena terdapat organisme yang dirugikan, contoh: pohon besar-benalu, manusia-kutu.

Ada dua tipe dasar rantai makanan yaitu:

- 1) Rantai makanan rerumputan (*grazing food chain*), yaitu rantai makanan yang diawali dari tumbuhan pada trofik awalnya. Contohnya: rumput-belalang-tikus-ular.
- 2) Rantai makanan sisa/detritus (*detritus food chain*), yaitu rantai makanan yang tidak dimulai dari tumbuhan, tetapi dimulai dari detritivor. Contohnya serpihan daun cacing tanah ayam manusia. Rantai makanan merupakan gambar peristiwa makan dan dimakan yang sederhana. Kenyataannya dalam satu ekosistem tidak hanya terdapat satu rantai makanan, karena satu produsen tidak selalu menjadi sumber makanan bagi satu Jenis herbivora, sebaliknya satu jenis herbivora tidak selalu memakan satu jenis produsen. Dengan demikian, di dalam ekosistem terdapat rantai makanan yang saling berhubungan membentuk suatu jaring-jaring makanan, sehingga jaring jaring makanan merupakan sekumpulan rantai makanan yang saling berhubungan.



Gambar 2.12 Rantai Makanan

Perbedaan rantai makanan dengan jaring jaring makanan, pada rantai makanan organisme hanya memakan satu jenis organisme saja, sedangkan pada jaring jaring makanan organisme memakan organisme lainnya yang tidak hanya satu jenis saja. Di alam jarang dijumpai organisme yang hanya memakan satu jenis organisme lain. Jarang sekali karnivora hanya memakan satu jenis herbivora dan herbivora juga jarang hanya memakan satu jenis tumbuhan. Dengan demikian, di dalam ekosistem terdapat banyak rantai makanan yang saling terkait atau berhubungan yang akan membentuk jaring-jaring makanan. Jadi, jaring-jaring

makanan adalah sekumpulan rantai makanan yang saling berhubungan membentuk seriacam jaring.



Gambar 2.13 Piramida Makanan

Piramida makanan adalah gambar yang menunjukkan hubungan dan perbandingan antara berbagai jenis makhluk hidup dalam rantai makanan, mulai dari produsen hingga konsumen puncak. Produsen, seperti tumbuhan, berada di bagian bawah piramida karena mereka merupakan sumber makanan utama. Lapisan di atasnya terdiri dari konsumen tingkat satu, dua, dan seterusnya hingga mencapai konsumen puncak, yang merupakan hewan pemangsa besar seperti singa dan elang. Mereka berada di bagian paling atas piramida karena berada di posisi tertinggi dalam rantai makanan.

m. Serangga dalam Ekosistem



Gambar 2.14 Serangga Dalam Ekosistem

Dalam suatu ekosistem, Organisme dan habitat saling berinteraksi, menciptakan suatu kesatuan yang dinamis dan saling bergantung. Salah satu komponen utama dalam ekosistem adalah komponen biotik, yang mencakup berbagai organisme dengan peran berbeda, seperti produsen, konsumen, dan pengurai. Di antara berbagai makhluk hidup, serangga merupakan kelompok yang

sangat penting namun sering kali kurang diperhatikan. Serangga dapat berperan sebagai herbivora, karnivora, detritivor, maupun polinator, serta menjadi bagian penting dalam rantai dan jaring-jaring makanan. Mereka juga menunjukkan berbagai bentuk interaksi, seperti mutualisme, parasitisme, dan predasi, yang mendukung keseimbangan ekosistem. Melalui pembelajaran tentang komponen biotik dan peran serangga di dalamnya, kita dapat memahami bagaimana kehidupan di alam saling terhubung dan mengapa menjaga keberagaman hayati, termasuk serangga, sangat penting bagi kelangsungan hidup ekosistem secara keseluruhan.

Setelah memahami bahwa setiap ekosistem terdiri atas komponen abiotik dan biotik yang saling berinteraksi, penting bagi kita untuk menelaah lebih dalam salah satu kelompok makhluk hidup yang memiliki peran sangat signifikan dalam menjaga keseimbangan ekosistem, yaitu serangga. Serangga termasuk dalam kelas *Insecta* dari *filum Arthropoda*. Tubuh serangga terbagi menjadi Tiga bagian utama terdiri dari kepala (*kaput*), dada (*toraks*), dan perut (*abdomen*). Mereka memiliki tiga pasang kaki yang melekat pada toraks dan umumnya memiliki satu atau dua pasang sayap. Antena juga menjadi ciri khas serangga yang berfungsi sebagai alat indera, terutama untuk mendeteksi bau dan getaran.

Serangga ditemukan di hampir semua jenis ekosistem, baik alami maupun buatan. Di hutan, serangga seperti kupu-kupu dan lebah membantu proses penyerbukan, sementara semut dan rayap membantu menguraikan bahan organik. Di sawah, belalang dan wereng menjadi hama tanaman, tetapi kehadiran capung dapat mengendalikan populasi serangga kecil lainnya. Dalam ekosistem perairan, beberapa jenis larva serangga seperti larva nyamuk atau larva capung menjadi indikator kualitas air dan juga menjadi makanan bagi organisme lain.

1) Peran Serangga dalam Ekosistem:

- a) Sebagai Konsumen Primer (Herbivora): Belalang, ulat, dan kutu daun.
- b) Sebagai Konsumen Sekunder (Karnivora): Capung, belalang sembah.
- c) Sebagai Detritivor dan Dekomposer: Kumbang bangkai, kecoa, larva lalat.
- d) Sebagai Polinator: Lebah, kupu-kupu.
- e) Sebagai Parasit dan Vektor Penyakit: Nyamuk.

2) Interaksi Serangga dengan Lingkungan:

- a) Mutualisme: Lebah dan bunga.

- b) Parasitisme: Nyamuk dan manusia.
 - c) Predasi: Capung memangsa nyamuk.
 - d) Kompetisi: Kutu daun dan ulat.
- 3) Adaptasi Serangga terhadap Komponen Abiotik:
- a) Cahaya: Serangga diurnal dan nokturnal.
 - b) Suhu: Aktivitas tergantung suhu lingkungan.
 - c) Kelembapan dan Air: Beberapa spesies hanya berkembang di lingkungan lembap.

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu memberikan landasan teoritis dan empiris yang penting bagi pengembangan penelitian ini. Berikut ini akan disajikan tinjauan terhadap penelitian-penelitian terkait yang valid, yang dapat memberikan wawasan serta mendukung kerangka pemikiran dalam penelitian ini.

Tabel 2.15 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Pendekatan & Analisis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	ID.F. Parks <i>et al</i> , 2022.	<i>IoT Cloud Laboratory: Internet of things architecture for cellular biology</i>	Universitas of California Santa Cruz, USA.	Metode Kuantitatif	Berdasarkan uraian pada artikel tersebut bahwa pengembangan <i>IoT</i> dalam bidang biologi seluler tentunya menjadi hal yang baru karena jarang digunakan dalam eksperimen biologi. <i>IoT</i> juga menyediakan kerangka kerja sederhana untuk mengendalikan perangkat daring dengan mudah. <i>IoT</i> dapat menguntungkan penelitian biologi berbasis <i>cloud</i> melalui pemberitahuan alarm, otomatisasi, dan pemantauan eksperimen secara real time.	Persamaan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan <i>Internet of things (IoT)</i>	Perbedaan yang signifikan pada aspek fokus penelitian yakni penggunaan <i>IoT</i> . Peneliti menggunakan <i>IoT</i> dalam pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan menilai dan mengidentifikasi sumber informasi digital, sedangkan sumber referensi fokus terhadap pengendalian perangkat biologis pada eksperimen lab .
2.	Irfan Fadillah , Relsas Yogica , Muhyiatul Fadilah , Suci Fajrina (2023)	Hubungan <i>Internet of things (IoT)</i> Terhadap	SMA Periwati Padang	Metode yang digunakan yakni kuantitatif	Hasil yang diperoleh yakni penelitian yang dilakukan pada bulan Januari-November 2023 menunjukkan	Persamaan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan	Perbedaan dalam penelitian ini adalah penggunaan <i>internet of things</i> yang tidak

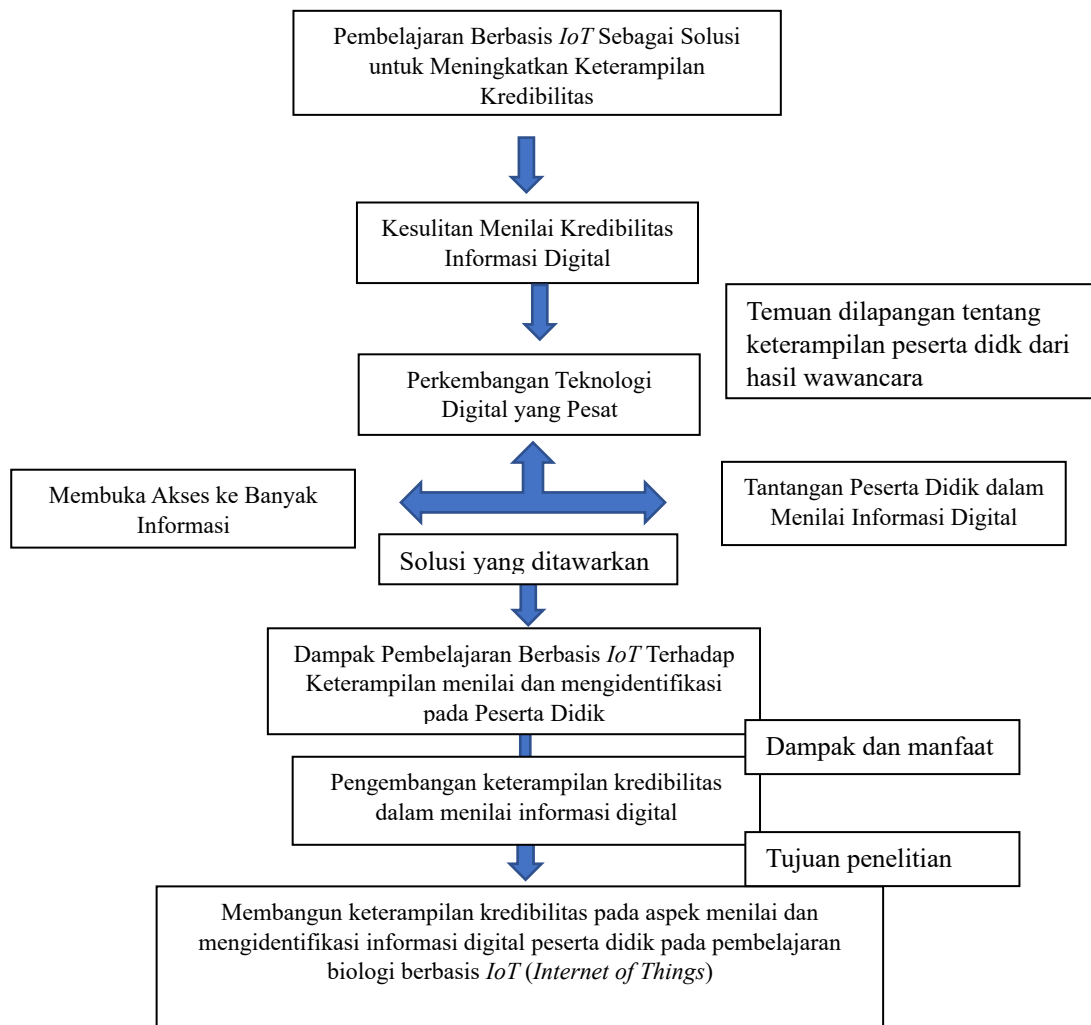
		Minat Belajar Biologi Peserta Didik Kelas XI di SMA Pertiwi 1 Padang			bahwa terdapat hubungan yang positif signifikan antara <i>internet of things</i> dan minat belajar biologi dengan nilai $r = 0,7562$ (korelasi kuat)	<i>Internet of things (IoT)</i>	terfokus pada pengembangan keterampilan kredibilitas dalam menilai dan mengidentifikasi sumber informasi digital
3	Latipul Basri Hutabarat, 2024	Pemanfaatan <i>Internet of things (IoT)</i> Oleh Pemustaka Dalam Pencarian Informasi di Dinas Kearsipan dan perpustakaan Provinsi Sumatera barat	Dinas Kearsipan dan Perpustakaan Provinsi Sumatera Barat	Metode Kuantitatif	Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh <i>internet of things</i> terhadap pencarian informasi di Dinas Kearsipan dan Perpustakaan Provinsi Sumatera Barat bahwa terdapat pengaruh signifikan yakni sebesar $R = 0,288$ atau 28,8%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan <i>IoT</i> dapat mempermudah proses pencarian informasi	Persamaannya karena menggunakan <i>IoT</i> untuk verifikasi sumber informasi yang dimiliki berupa database untuk pelayanan dan sumber informasi digital yang digunakan sebagai referensi	Perbedaannya yakni jenis pemanfaatannya, artikel tersebut menerangkan soal pencarian informasi, sedangkan penulis berbicara tentang kredibilitas suatu sumber informasi digital yang digunakan

C. Kerangka Pemikiran

Kemajuan pesat dalam teknologi informasi dan komunikasi di era digital memberikan dampak signifikan terhadap pendidikan. Di satu sisi, teknologi memudahkan akses ke informasi, namun di sisi lain menimbulkan tantangan dalam bentuk penyebaran informasi yang bias, tidak akurat, atau kurang dapat diandalkan. Oleh karena itu, para pelajar perlu memiliki keterampilan literasi digital, terutama kemampuan berpikir kritis dan kredibilitas dalam mengevaluasi serta mengidentifikasi informasi digital. Keterampilan ini merupakan bagian dari konsep Kebiasaan Digital Berpikir, terutama poin kedua yang menekankan pentingnya evaluasi kritis terhadap informasi digital. Sayangnya, kemampuan ini belum sepenuhnya optimal karena kurangnya program pembelajaran yang secara khusus mengasah keterampilan tersebut. Di sinilah teknologi *Internet of things (IoT)* dapat menjadi solusi yang inovatif.

Dalam pelajaran Biologi, khususnya mengenai ekosistem, *Internet of things (IoT)* memudahkan dalam pengumpulan serta analisis data secara langsung. Ini memberikan pengalaman belajar yang interaktif serta didasarkan pada fakta nyata. Serangga, yang menjadi objek penelitian, menawarkan informasi riil tentang perilaku mereka, habitatnya, dan interaksi ekologisnya. Hal ini dapat dimanfaatkan oleh para siswa untuk melakukan evaluasi informasi secara kritis.

Melalui pembelajaran yang menggunakan teknologi *IoT*, siswa tidak hanya dapat mendalami materi Biologi lebih baik, tetapi juga bisa mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam aktivitas sehari-hari. Mereka juga terlatih untuk memilah informasi yang akurat serta menyajikan data secara mendetail. Metode ini tidak hanya meningkatkan literasi digital tetapi juga mengembangkan kebiasaan berpikir kritis dan bertanggung jawab saat menghadapi tantangan di era digital.



Gambar 2.15 Kerangka Pemikiran

D. Asumsi dan Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, hipotesis yang berkaitan dengan penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Asumsi

Penelitian ini berasumsi bahwa peserta didik memiliki akses yang memadai terhadap perangkat *Internet of things (IoT)* dan juga koneksi internet yang stabil guna mendukung pembelajaran berbasis teknologi. Selain itu, diasumsikan bahwa peserta didik telah menguasai keterampilan dasar literasi digital yang memungkinkan mereka berinteraksi dengan informasi digital dan memanfaatkan perangkat *IoT* secara optimal dalam konteks pembelajaran.

Proses pembelajaran terjadi dalam lingkungan yang tertata, didampingi oleh guru dan didukung oleh sistem pembelajaran yang mendukung. Disamping itu, diasumsikan bahwa materi mengenai ekosistem memberikan konteks yang tepat untuk penerapan pembelajaran berbasis *IoT*, mengingat hubungannya dengan lingkungan nyata yang dapat diamati dan dianalisis langsung dengan data *real-time*. Kerangka *Digital Habits of Mind*, terutama indikator keterampilan kredibilitas, adalah pendekatan yang dianggap sesuai untuk mendorong siswa berpikir kritis, menilai informasi secara mendalam, dan menyebarkan informasi secara lebih teliti dengan mempertimbangkan latar belakang, kredensial, dan reputasi dari penulis atau sumber informasi.

2. Hipotesis

Sebelum dilakukan pengujian empiris, penelitian ini terlebih dahulu merumuskan hipotesis sebagai asumsi awal yang akan diuji secara sistematis. Hipotesis disusun berdasarkan kajian teori, kerangka pemikiran, serta hasil-hasil penelitian sebelumnya yang valid. Melalui hipotesis ini, diharapkan dapat diketahui apakah pembelajaran berbasis *Internet of things (IoT)* benar-benar memberikan kontribusi signifikan terhadap keterampilan kredibilitas peserta didik dalam konteks literasi digital. Pengujian hipotesis dilakukan untuk memberikan dasar yang kuat dalam menarik kesimpulan yang valid dan objektif mengenai pengaruh pembelajaran berbasis *IoT* terhadap Kapabilitas peserta didik dalam menilai dan mengidentifikasi informasi yang bersifat digital valid, baik dari segi Otoritas Penulis, Organisasi Penerbit, maupun Riwayat Publikasi dalam konteks pembelajaran materi ekosistem.

a. Hipotesis Nol (H_0)

Tidak memberikan dampak berarti terhadap kemampuan siswa dalam menilai apakah informasi digital cocok dengan topik atau pertanyaan penelitian mereka. Pembelajaran yang menggunakan *IoT* juga tidak berdampak signifikan pada kemampuan siswa dalam mengevaluasi kedalaman informasi digital, serta tidak memengaruhi kemampuan mereka dalam menilai dan mempraktikkan informasi digital secara praktis, khususnya dalam konteks pembelajaran tentang ekosistem.

H₀: Pembelajaran biologi berbasis *Internet of things (IoT)* tidak dapat membangun keterampilan kredibilitas dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital peserta didik.

b. Hipotesis Kerja (H₁)

Mempengaruhi secara signifikan kemampuan siswa dalam menilai kesesuaian informasi digital dengan topik atau pertanyaan penelitian. Pembelajaran yang berbasis pada *IoT* juga secara signifikan mempengaruhi kemampuan siswa dalam mengevaluasi kedalaman pembahasan informasi digital, serta mempengaruhi kemampuan siswa menilai dan menerapkan informasi digital secara praktis dalam pembelajaran tentang ekosistem. H₁: Pembelajaran biologi berbasis *Internet of things (IoT)* dapat membangun keterampilan kredibilitas dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital peserta didik.