

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN**

#### **A. Kajian Teori**

Kajian teori merupakan kumpulan teori yang diperlukan untuk menjadi referensi dan penunjang penelitian.

#### **1. Media Pembelajaran Berbasis *Internet of Things (IoT)***

*Internet of Things (IoT)* adalah media yang dapat digunakan dalam pembelajaran biologi. *Internet of Things* dapat diketahui dengan penjelasan berikut:

##### a. Definisi

(*IoT*) adalah salah satu tren utama yang memungkinkan perangkat elektronik seperti mikrokontroler dan sensor untuk terhubung ke internet, saling berkomunikasi dan berbagi informasi secara *real time*. *Internet of Things* merupakan suatu rancangan perangkat elektronik yang memungkinkan bagi pengguna untuk berkomunikasi secara mandiri, saling bertukar data melalui koneksi jaringan, menerima dan mengirimkan data. Salah satu *platform IoT* yang umum digunakan adalah *Blynk* (Rochman dkk., 2017, hlm. 94).

##### b. Manfaat

*Internet of Things (IoT)* menyediakan data secara *real-time* dengan tingkat akurasi yang tinggi yang dapat diakses melalui perangkat teknologi seperti *smartphone*, tablet dan *notebook*.

##### c. Sejarah

*Internet of Things (IoT)* berawal pada tahun 1982 ketika mesin penjual minuman Coca-Cola di Carnegie Mellon University menjadi perangkat pertama yang terhubung ke internet untuk memantau stok dan suhu minuman. Pada tahun 1990, John Romkey menciptakan pemanggang roti yang dapat dikendalikan melalui internet, menunjukkan potensi perangkat rumah tangga pintar. Istilah "*Internet of Things*" sendiri diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 saat bekerja di MIT, menggambarkan ide menghubungkan objek fisik ke internet menggunakan teknologi RFID. Sepanjang tahun 2000-an, perkembangan sensor,

RFID, dan jaringan nirkabel mendorong adopsi *IoT* secara lebih luas. Pada 2008, jumlah perangkat yang terhubung ke internet melampaui jumlah manusia di bumi. Sejak 2010-an, *IoT* mulai digunakan secara komersial dalam bidang rumah pintar, industri, kesehatan, hingga kota pintar, dan terus berkembang pesat dengan dukungan teknologi 5G, big data, dan kecerdasan buatan.

d. Cara Menggunakan *Internet of Things (IoT)*

*Internet of Things (IoT)* dalam penelitian ini adalah perangkat sensor dan kamera yang perlu dihubungkan ke internet agar dapat dikendalikan dan dipantau dari jarak jauh. Aplikasi yang digunakan untuk mengontrol perangkat *IoT* adalah *Blynk* yang memungkinkan pengguna untuk membuat antar muka kontrol berbasis *smartphone* tanpa perlu menulis banyak kode dari awal. Dengan *Blynk*, pengguna dapat menyalakan dan mematikan perangkat, membaca data dari sensor serta memantau kondisi lingkungan secara *real-time* melalui jaringan internet.



**Gambar 2.17.** Perangkat *IoT*  
(sumber: dokumen pribadi)



**Gambar 2.18.** Kamera *IoT* 1  
(sumber: dokumen pribadi)

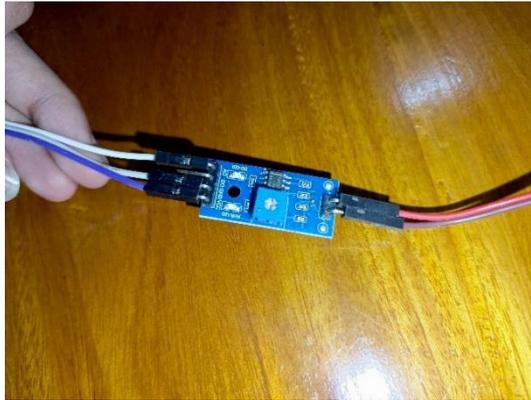
e. Fitur-fitur *Internet of Things (IoT)*

1) Material Perangkat *IoT*

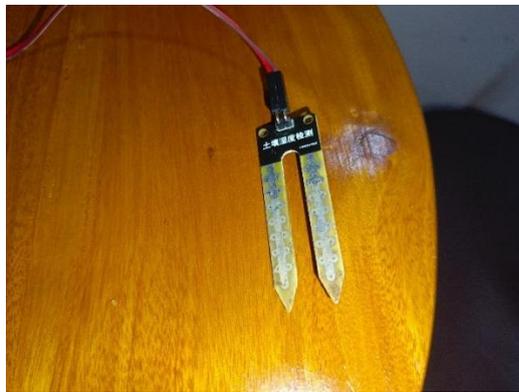
Sistem *Internet of Things* ini dirancang untuk memonitor suhu dan kelembaban di udara menggunakan sensor DHT11 untuk suhu dan kelembaban. Serta sensor *soil moisture*. Menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data digunakan untuk mengambil data dari kedua sensor tersebut dan memprosesnya. Data yang dikumpulkan oleh sistem akan diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada layar LCD, serta diteruskan ke *platform Blynk*.



**Gambar 2.19.** Mikrokontroler  
(sumber: dokumen pribadi)



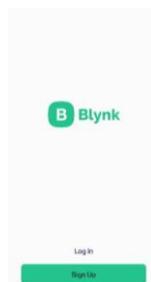
**Gambar 2.20.** Sensor DHT11  
(sumber: dokumen pribadi)



**Gambar 2.21.** Soil Moisture  
(sumber: dokumen pribadi)

- 2) Aplikasi *Blynk*
  - a) Halaman depan

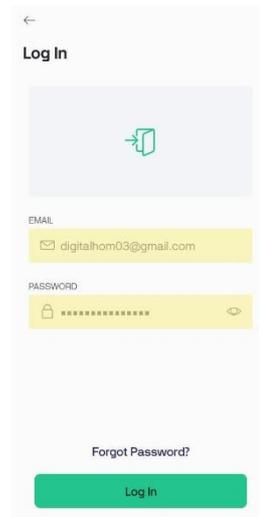
Aplikasi *Blynk IoT* dapat diunduh melalui *Play Store* atau *App Store*. Setelah aplikasi berhasil diunduh akan muncul tampilan depan. Peserta didik tidak perlu membuat akun secara mandiri klik pada bagian *Log In*.



**Gambar 2.22.** Halaman  
Depan *Blynk*

b) Halaman *Log In*

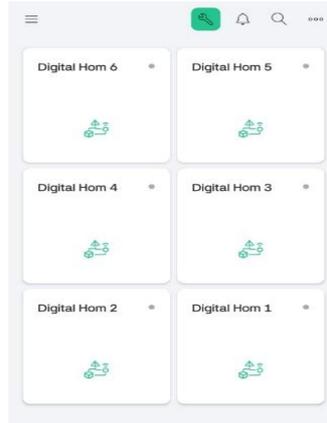
Peserta didik diminta untuk mengunduh aplikasi *Blynk IoT* melalui *Play Store* atau *App Store*. Setelah aplikasi berhasil diunduh, guru akan menginstruksikan peserta didik untuk membuka aplikasi tersebut. Peserta didik tidak perlu membuat akun secara mandiri, karena akun akan dibuatkan oleh guru dan kemudian dibagikan kepada masing-masing peserta didik.



**Gambar 2.23.** Halaman *Log In*  
(sumber: dokumen pribadi)

c) Bar perangkat *IoT*

Bar pada aplikasi Blynk yang berisi kamar-kamar yang digunakan untuk menampilkan berbagai ruang proyek atau perangkat IoT yang dibuat. Setiap room mewakili satu proyek area pemantauan tertentu, sehingga memudahkan pengguna untuk mengelola dan memantau perangkat secara terpisah sesuai dengan fungsinya.



**Gambar 2.24.** Bar *Blynk*

(sumber: dokumen pribadi)

d) Halaman *monitoring*

Halaman *monitoring* pada aplikasi *Blynk* menampilkan data *real-time* dari perangkat *IoT*, seperti suhu, kelembaban, atau status perangkat. Melalui halaman ini, pengguna dapat memantau kinerja alat secara langsung dan melakukan kontrol jika diperlukan, sehingga proses pengamatan menjadi lebih efisien dan akurat.



**Gambar 2.25.** Halaman Monitoring

(sumber: dokumen pribadi)

e) *Customize*

Bagian *Customize* pada aplikasi *Blynk* memungkinkan pengguna untuk mengatur tampilan dan fungsi dashboard sesuai kebutuhan. Pengguna dapat menambahkan, mengubah, atau menghapus widget seperti tombol, *slider*, dan grafik agar kontrol perangkat *IoT* menjadi lebih mudah dan sesuai dengan preferensi proyek



**Gambar 2.26.** Costumize

(sumber: dokumen pribadi)

f) Pemanfaatan *IoT* dalam Pembelajaran

Implementasi teknologi *IoT* telah membuka peluang signifikan di ranah pendidikan. *IoT* berperan sebagai media pembelajaran yang mendukung peningkatan keterlibatan peserta didik melalui aktivitas yang bersifat langsung dan interaktif, sehingga membantu menjembatani pemahaman antara konsep abstrak dan fenomena yang dapat diamati secara nyata (Iqbal dkk., 2024, hlm. 5). *IoT* tidak hanya membuat pembelajaran menjadi lebih menarik namun dapat mendorong eksplorasi dan eksperimen peserta didik sehingga dapat menumbuhkan rasa ingin tahu peserta didik. Pembelajaran melalui *IoT* juga memungkinkan peserta didik untuk aktif dalam mengkonstruksi pengetahuan sendiri daripada memperoleh informasi secara pasif. *IoT* menyediakan sebuah peluang untuk mengubah pembelajaran tradisional menjadi pembelajaran yang menyediakan ruang dinamis dan interaktif dalam mendukung keterlibatan dan pemahaman mendalam peserta didik (Mariono dkk., 2024, hlm. 152).

Terdapat penelitian yang dilakukan oleh (Ndruru dkk., 2023, hlm. 41) menyatakan penggunaan *IoT* dalam proses pembelajaran memberikan kontribusi yang besar terhadap kemampuan rasa ingin tahu peserta didik, meningkatkan kreativitas, disiplin, mandiri, dan memecahkan masalah dalam pembelajaran. Keterampilan inilah yang harus dimiliki oleh peserta didik dalam pembelajaran abad 21. Pelajaran biologi dengan pembelajaran teori dapat diiringi dengan praktik langsung sehingga dipahami menyeluruh (Budianto dkk., 2025, hlm. 100). Penelitian (Badshah dkk., 2023, hlm. 16) mengemukakan bahwa integrasi *IoT* dalam dunia Pendidikan mampu meningkatkan motivasi dan pemahaman peserta didik dengan pendekatan yang lebih personal.

#### g) Kelebihan dan Kekurangan *IoT*

*Internet of Things (IoT)* memiliki kelebihan seperti memudahkan pemantauan dan pengendalian perangkat secara real-time serta meningkatkan efisiensi dalam berbagai bidang. Namun, salah satu kekurangan *IoT* adalah ketergantungannya yang sangat besar pada koneksi internet (Herlina dkk., 2022, hlm. 7). Jika koneksi internet tidak stabil atau terputus, perangkat *IoT* tidak dapat berfungsi dengan baik, sehingga proses monitoring dan kontrol menjadi terganggu atau bahkan gagal sama sekali.

Penelitian (Kurniawan & Sarah, 2023, hlm. 6) dikemukakan salah satu tantangan utama dalam penerapan teknologi di tingkat sekolah menengah adalah belum terintegrasinya literasi digital secara menyeluruh dalam kurikulum. Peserta didik tidak memiliki ruang yang cukup untuk mengembangkan keterampilan tersebut secara berkesinambungan. Di samping itu, keterbatasan sumber daya serta kurangnya pemahaman dari peserta didik dan pendidik mengenai urgensi literasi digital dan penggunaan teknologi turut memperkuat hambatan yang ada.

## **2. Keterampilan Komprehensif dalam Menilai dan Mengidentifikasi Informasi Digital**

Berikut ini yang akan dibahas mengenai keterampilan Komprehensif dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital (Sub-sub Indikator ke-2 Digital *Habit of Mind*: Menilai dan Mengidentifikasi), cara meningkatkan keterampilan komprehensif dalam mencari informasi digital dan penelitian terdahulu.

**a. Keterampilan Komprehensif dalam Menilai dan Mengidentifikasi Informasi digital (Aspek dari sub Indikator *Digital Habit of Mind* ke-2: Menilai dan Mengidentifikasi Informasi)**

Berpikir kritis komprehensif berarti peserta didik mampu memahami pelajaran secara menyeluruh (Syarifuddin & Taufiq, 2020, hlm. 96). Menurut (Rahmadani dkk., 2022, hlm. 14) menunjukkan kebiasaan peserta didik kelas X dalam menyelesaikan soal cenderung terbatas pada soal-soal yang bersifat menghafal, sehingga mereka kurang terlatih dalam menghadapi pertanyaan yang menuntut pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir analitis.

Minat baca peserta didik dikategorikan rendah disebabkan kemampuan pendidik masih kurang menerapkan literasi sains dalam proses pembelajaran (Sutrisna, 2021, hlm. 9). Dalam penelitian (Fajaruddin dkk., 2022, hlm. 11) juga menunjukkan bahwa rendahnya kemampuan peserta didik dalam menafsirkan serta memverifikasi data secara ilmiah berkaitan erat dengan kurangnya pembiasaan dalam menghadapi soal-soal yang dirancang untuk mengembangkan kemampuan literasi. Peserta didik masih mengandalkan kemampuan hafalan dan mengingat namun tidak dibersamai dengan kemampuan menelaah dalam memperoleh pemahaman (Irwan dkk., 2019, hlm. 21 ).

(Warsita dkk., 2018, hlm. 6) mengemukakan bahwa saat peserta didik mampu untuk menempuh ranah kognitif rendah, dapat diasumsikan peserta didik juga mampu menilai sebuah sumber informasi. Saat seorang peserta didik memiliki kemampuan menilai sumber informasi, kemampuan berpikir kritisnya akan bertambah baik. Jika memiliki penguasaan konsep yang baik, kemampuan menilai sumber informasi akan baik.

*Habits of Mind* merupakan istilah yang dalam Bahasa Indonesia berarti kebiasaan berpikir, yaitu tindakan yang dilatih dan diulang secara terus-menerus hingga menjadi bagian dari karakter berpikir individu. Dalam pembelajaran, penting bagi peserta didik untuk dibimbing menuju pola pikir yang efektif, sehingga mereka mampu merespons tantangan dengan memanfaatkan keterampilan secara optimal (Casriati & Gazali, 2022, hlm. 164).

*Habits of Mind* membantu peserta didik untuk membiasakan belajar yang terarah, teratur, dan tepat untuk mendapatkan pengetahuan secara bermakna (Isfiani, 2016, hlm. 38).

Adapun indikator dalam keterampilan komprehensif dalam menilai dan mengidentifikasi informasi adalah sebagai berikut:

a. Cakupan Topik

Peserta didik mampu menilai sejauh mana informasi yang disajikan mencakup seluruh aspek penting yang berkaitan dengan topik yang sedang dipelajari, sehingga tidak ada bagian penting yang terlewatkan.

b. Detail dan Kedalaman

Peserta didik mampu mengevaluasi apakah informasi yang disampaikan memiliki penjelasan yang cukup mendalam dan disertai dengan detail yang lengkap untuk mendukung pemahaman yang menyeluruh.

c. Referensi dan Sumber Tambahan

Peserta didik mampu memeriksa apakah informasi yang digunakan didukung oleh referensi yang terpercaya serta dilengkapi dengan sumber tambahan yang relevan untuk memperkuat keakuratan dan validitas data (Kuhlthau, 1993).

### **3. Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)**

PjBL adalah salah satu model pembelajaran yang mempergunakan masalah dunia nyata dan menjadi sebuah konteks bagi peserta didik untuk belajar dengan berpikir kritis dan keterampilan dalam memecahkan masalah. Melalui PjBL diharapkan peserta didik mampu memberikan sebuah Solusi dari permasalahan serta memunculkan ide. PjBL memiliki Langkah-langkah sebagai berikut: penentuan pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal, memonitor peserta didik dan kemajuan proyek, menguji hasil, dan mengevaluasi pengalaman (Azzahra dkk., 2023, hlm. 50). Penelitian (Annisatun dkk., 2023, hlm. 297) menunjukkan bahwa peserta didik yang belajar dengan diterapkan *Project Based Learning* lebih terlibat aktif karena memperoleh pengalaman belajar yang berbeda dengan model konvensional.

Pengerjaan proyek yang dikerjakan secara kolaboratif mempengaruhi keterampilan berpikir peserta didik. (Kusmardiningsih, 2024, hlm. 16) yang

mengemukakan bahwa Pembelajaran berbasis proyek memungkinkan peserta didik menghadapi masalah nyata yang memerlukan pemikiran analitis data, penyelidikan, dan pengembangan solusi untuk masalah tertentu. Menurut (Ating dkk., 2023, hlm. 208) bahwa format LKPD adalah salah satu aspek krusial yang berpengaruh besar terhadap efektivitas dan efisiensi pembelajaran. Selain itu, (Hadijah dkk., 2021, hlm. 129) juga mengemukakan bahwa LKPD dengan format yang sesuai dan terstruktur, dapat dengan mudah dipahami oleh peserta didik. Melalui instruksi yang jelas, kebingungan peserta didik akan berkurang serta memungkinkan peserta didik untuk mengikuti arahan. Temuan ini juga searah dengan yang dikemukakan oleh (Hakim dkk., 2025, hlm. 133) bahwa kesesuaian LKPD dengan sintaks PjBL sangat penting untuk memastikan bahwa pembelajaran berbasis proyek dilakukan dengan cara yang terstruktur, efektif, dan bermanfaat. LKPD yang sesuai dengan sintaks PjBL akan memastikan bahwa tujuan pembelajaran tercapai menjadi lebih terarah dan fokus pada capaian hasil yang optimal serta memberikan pengalaman belajar yang optimal.

#### **4. Materi Ekosistem**

Menurut (Andaresta, 2021, hlm. 5) bahwa pembelajaran biologi ekologi yang didalamnya mencakup materi ekosistem tentang komponen ekosistem, serta interaksi makhluk hidup dalam ekosistem yang dalam prosesnya disertai dengan aktivitas pemanfaatan sumber daya alam untuk menyeimbangkan interaksi makhluk hidup, akan didapatkan pemahaman peserta didik lebih mudah optimal.

##### **a. Komponen-Komponen Ekosistem**

Ekosistem dianggap sebagai sebuah kesatuan yang berfungsi antara organisme hidup dan lingkungannya, di mana terdapat hubungan serta interaksi yang erat dan saling mempengaruhi. Ekosistem tersusun dari berbagai elemen yang membentuk tata lingkungan. Di dalam alam ini, kita mengenal dua komponen ekosistem, yaitu komponen biotik dan abiotik. Terdapat dua jenis ekosistem, yaitu ekosistem alami dan ekosistem buatan. Ekosistem alami adalah ekosistem yang terbentuk secara natural tanpa campur tangan manusia, seperti sungai, danau, hutan hujan tropis, gurun, dan laut. Sebaliknya, ekosistem buatan diciptakan hasil dari

kegiatan manusia, contohnya adalah waduk, sawah, akuarium, kolam, dan hutan wisata.



**Gambar 2.27.** Ekosistem

(Sumber: Ruangguru)

Suatu ekosistem tersusun dari komponen hidup (biotik) dan komponen tak hidup (abiotik). Komponen biotik dan abiotik saling berinteraksi dan memengaruhi.

#### 1) Komponen Abiotik

Komponen abiotik yang utama, di antaranya air, tanah, udara, dan cahaya Matahari.

##### a) Air

Air sangat penting bagi kehidupan karena hampir 85% penyusun tubuh makhluk hidup adalah air. Air mengandung berbagai mineral yang sangat dibutuhkan tubuh organisme. Fungsi air bagi tubuh manusia adalah sebagai pelarut, untuk membuang limbah, serta mengatur suhu dan reaksi metabolisme.

##### b) Tanah

Organisme memerlukan tanah sebagai tempat tumbuhnya tumbuh-tumbuhan serta tempat berpijak dan berdiamnya binatang dan manusia. Dari tanah pula, tumbuhan memperoleh bahan-bahan atau mineral-mineral untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

### c) Udara

Faktor abiotik yang berhubungan dengan udara meliputi kelembapan, suhu, curah hujan, dan kandungan udara. Suhu lingkungan sangat penting bagi kelangsungan hidup organisme. Beberapa organisme memiliki kemampuan untuk mengatur suhu tubuhnya sehingga proses kehidupan mereka dapat berlangsung normal. Organisme semacam ini dikenal sebagai organisme endoterm, seperti yang terdapat pada Aves dan Mammalia. Sebaliknya, organisme lainnya bergantung pada suhu lingkungan sekitar. Ketika lingkungan terlalu dingin, mereka akan berjemur, dan saat terlalu panas, mereka mencari tempat berlindung. Organisme ini disebut ektoterm, biasanya ditemukan pada ikan, Amfibia, dan Reptilia.

### d) Cahaya Matahari

Sebagai sumber energi utama di planet kita, sinar Matahari juga berperan dalam mempengaruhi perilaku makhluk hidup. Terdapat organisme yang beraktivitas saat siang hari, sementara yang lain lebih aktif ketika malam tiba. Selain itu, cahaya Matahari memegang peran penting dalam proses penghancuran atau pelapukan batuan, yang kemudian memberi kesempatan bagi organisme untuk memanfaatkan mineral-mineral yang dihasilkan dari pelapukan batuan tersebut.

## 2) Komponen Biotik

Komponen biotik adalah semua makhluk hidup (organisme) yang ada di lingkungan. Berdasarkan peranannya, organisme dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu produsen, konsumen, dan pengurai (dekomposer).

### a) Produsen

Produsen adalah organisme yang mampu menghasilkan zat makanan organik dari zat anorganik. Organisme yang dapat mengubah anorganik menjadi zat organik disebut organisme autotrof. Jika organisme tersebut menggunakan energi cahaya untuk menyusun zat organik, organisme tersebut dinamakan organisme fotoautotrof. Contohnya adalah tumbuhan hijau. Tumbuhan hijau memanfaatkan cahaya Matahari untuk mengubah karbon dioksida dan air menjadi karbohidrat. Proses pembentukan ini disebut fotosintesis.

## b) Konsumen

Konsumen adalah makhluk hidup yang memperoleh makanannya dengan memangsa organisme lain. Organisme yang dikonsumsi tersebut bisa berupa tumbuhan, hewan, atau bahkan sisa-sisa organisme. Makhluk hidup yang tidak dapat mengubah zat anorganik menjadi zat organik dan karenanya memperoleh nutrisi dengan memangsa organisme lain ini dikenal sebagai organisme heterotrof.

Ketika makhluk heterotrof mengonsumsi organisme autotrof, makhluk tersebut dikenal sebagai konsumen primer atau konsumen pertama. Konsumen primer ini sering kali disebut juga sebagai herbivora karena mereka mengonsumsi tanaman secara langsung. Contoh dari herbivora mencakup sapi, kambing, domba, dan belalang.

Organisme heterotrof yang mengonsumsi herbivora atau hewan lainnya disebut karnivora. Contoh karnivora mencakup kucing, anjing, elang, dan ular. Sedangkan organisme yang bisa memakan tumbuhan sekaligus hewan dikenal sebagai omnivora, dengan contoh seperti manusia, kera, orang utan, dan beruang. Ada pula organisme yang memakan bangkai hewan yang masih utuh, dikenal dengan sebutan scavenger, contohnya adalah burung pemakan bangkai. Organisme yang mengonsumsi sisa-sisa organisme yang telah mati disebut detritivora, seperti cacing tanah, rayap, dan serangga tanah.

## c) Dekomposer

Ada beberapa jenis organisme yang dapat memecah sampah organik, seperti sisa-sisa tubuh hewan dan tumbuhan, menjadi bahan-bahan anorganik. Organisme ini dikenal sebagai dekomposer. Contohnya meliputi bakteri dan jamur.

## b. Interaksi Antar Komponen Ekosistem

Pada dasarnya, semua organisme bergantung pada organisme lain di lingkungan mereka. Interaksi antarorganisme ini mencakup dua atau lebih organisme. Keanekaragaman jenis, sifat, dan perilaku organisme di Bumi sangatlah luas, sehingga pola interaksi di antara organisme juga sangat beragam. Di bawah ini, akan dibahas beberapa pola interaksi di antara organisme. Interaksi antara

komponen biotik dengan biotik. Interaksi ini bisa terjadi antar organisme, antar populasi, dan antar komunitas.

#### 1) Interaksi antar organisme

Semua makhluk hidup selalu bergantung kepada makhluk hidup yang lain. Setiap Individu akan selalu berhubungan dengan individu lain yang sejenis atau lainnya. Jenis, baik Individu dalam satu populasinya atau individu-individu dari populasi lain. Interaksi antarorganisme dapat dikategorikan sebagai berikut.

##### a) Netralisme

Interaksi di mana dua organisme berbagi habitat yang sama tanpa saling mengganggu, tanpa keuntungan maupun kerugian bagi keduanya, dikenal sebagai hubungan netral. Sebagai contoh, hubungan antara capung dan sapi, atau ayam dan kucing.

##### b) Predasi

Predasi merupakan keterkaitan antara pemangsa dan mangsanya. Keterkaitan ini sangat kuat, sebab tanpa mangsa, pemangsa takkan bisa bertahan hidup. Di sisi lain, pemangsa juga bertindak sebagai pengendali jumlah populasi mangsa. Misalnya, Singa dengan mangsanya seperti kijang dan rusa, serta burung hantu dengan tikus.

##### c) Parasitisme

Parasitisme merupakan sebuah interaksi antara makhluk hidup yang berbeda spesies, di mana salah satu organisme hidup menempel pada organisme lain dan memperoleh nutrisi dari inangnya sehingga memberikan efek negatif untuk inang tersebut. Beberapa contoh hubungan parasitisme meliputi: Plasmodium dengan manusia, Taenia saginata dengan sapi, benalu dengan pohon inang, serta nyamuk Anopheles dengan manusia.

##### d) Komensalisme

Komensalisme adalah interaksi antara dua organisme berlainan spesies yang hidup bersama untuk berbagi sumber makanan di mana salah satunya mendapatkan

keuntungan sementara yang lain tidak mengalami kerugian. Misalnya, anggrek dengan pohon yang menjadi tempatnya menumpang, serta ikan hiu dengan ikan remora.

#### e) Mutualisme

Mutualisme merupakan interaksi antara dua organisme dari spesies berbeda yang memberikan keuntungan bagi kedua pihak yang terlibat. Sebagai contoh, hubungan antara bakteri *Rhizobium* dan bintil akar pada tanaman kacang-kacangan, serta interaksi antara bunga dengan serangga penyerbuk.

### 2) Interaksi antar populasi

Antara populasi yang satu dengan populasi lain selalu terjadi interaksi secara langsung atau tidak langsung dalam komunitasnya. Contoh Interaksi antarpopulasi adalah sebagai berikut.

#### a) Alelopati

Alelopati adalah suatu bentuk interaksi antar populasi, di mana satu populasi mengeluarkan zat yang dapat menghalangi pertumbuhan populasi lainnya. Sebagai contoh, di sekitar pohon walnut (*Juglans*), jarang ditemukan tanaman lain karena pohon ini menghasilkan zat toksik. Dalam dunia mikroorganisme, istilah alelopati dikenal sebagai antibiosis. Misalnya, jamur *Penicillium* sp. dapat memproduksi antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri tertentu.

#### b) Kompetisi

Kompetisi adalah bentuk interaksi antara populasi yang muncul ketika terdapat kepentingan yang saling berbenturan, sehingga mengakibatkan persaingan untuk memperoleh kebutuhan tersebut. Misalnya, persaingan antara populasi kambing dengan populasi sapi di padang rumput, atau persaingan antara hewan jantan dalam memperebutkan wilayah atau pasangan.

### 3) Interaksi antar komunitas

Komunitas adalah sekumpulan populasi yang berbeda yang hidup dan berinteraksi dalam wilayah yang sama. Sebagai contoh, ada komunitas sawah dan

komunitas sungai. Komunitas sawah terdiri dari berbagai organisme seperti padi, belalang, burung, ular, dan gulma. Sementara itu, komunitas sungai mencakup ikan, ganggang, zooplankton, fitoplankton, serta dekomposer. Terdapat interaksi antara kedua komunitas ini, misalnya dalam hal pertukaran nutrisi dari air sungai ke sawah dan perpindahan makhluk hidup antara kedua komunitas tersebut. Interaksi antar komunitas cukup kompleks karena tidak hanya melibatkan organisme, tetapi juga arus energi dan rantai makanan.

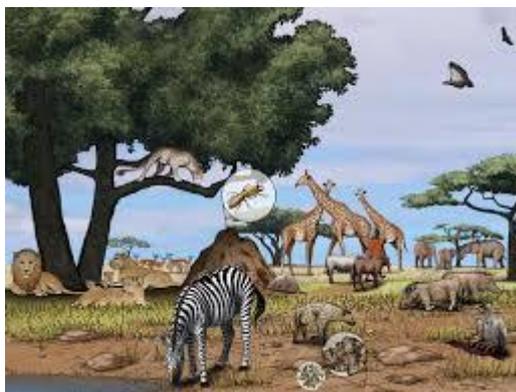
#### 4) Interaksi antara komponen biotik dengan komponen abiotik

Interaksi antara komponen biotik dan abiotik membentuk sebuah ekosistem. Hubungan organisme dengan lingkungan sekitarnya menciptakan aliran energi dalam sistem tersebut. Di samping aliran energi ini, dalam ekosistem juga terdapat struktur atau tingkat trofik, keanekaragaman biotik, dan siklus materi. Lewat interaksi ini, ekosistem memiliki kemampuan untuk menjaga keseimbangannya. Pengaturan yang memastikan terjaganya keseimbangan ini adalah karakteristik penting suatu ekosistem. Jika keseimbangan tersebut tidak tercapai, maka hal ini akan memicu perubahan dinamis dalam ekosistem untuk mencapai keseimbangan yang baru.

### c. Macam-Macam Ekosistem

Secara garis besar ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat dan ekosistem perairan. Ekosistem perairan dibedakan atas ekosistem air tawar dan ekosistem air Laut.

#### 1) Ekosistem Darat



**Gambar 2.28.** Ekosistem Darat  
(Sumber: Alponsin Wordpress.com)

Ekosistem darat merupakan ekosistem yang lingkungan fisiknya terdiri dari daratan. Berdasarkan posisi geografisnya (yang ditentukan oleh garis lintang), ekosistem darat ini dibagi menjadi beberapa bioma. Bioma adalah ekosistem darat yang memiliki ciri khusus di suatu daerah tertentu dan ditandai oleh jenis vegetasi yang mendominasi daerah tersebut. Perbatasan antara dua bioma dikenal sebagai ecotone. Jenis-jenis bioma antara lain adalah sebagai berikut:

## 2) Ekosistem Perairan



**Gambar 2.29.** Ekosistem Perairan

(Sumber: Kompas.com)

### a) Ekosistem air tawar

Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain:

- a. Variasi suhu tidak menyolok.
- b. Penetrasi cahaya kurang, dan dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.
- c. Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji.
- d. Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar.

Contoh ekosistem air tawar adalah :

#### (1) Danau

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

## (a) 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, amphibi, ikan, penyu, ular dan lain sebagainya.

## (b) 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 zone limnetik, produsernya terutama fitoplankton dan tumbuhan air yang terapung bebas seperti, water hyacinth (*Eichornia crassipes*), *Ceratophyllum* sp. *Utricularia* sp, *Hydrilla verticillata*, duckweed (*Lemna* sp); dan vascular plants, seperti: *Equisetum* sp, *loetes* sp dan *Azolla* sp. Sedangkan konsumernya meliputi zooplankton dan copepoda, rotifera dan beberapa jenis ikan.

## (c) 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*).

## (2) 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.

## b) Ekosistem Air Laut

### Ciri-ciri:

- 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).
- 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.
- 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.

## c) Ekosistem Pantai

Ekosistem pantai diakui sebagai salah satu ekosistem yang istimewa karena melibatkan tiga elemen yaitu tanah di daratan, air laut, dan udara. Pantai menjadi titik pertemuan antara ekosistem darat dan ekosistem air. Ekosistem ini sangat dipengaruhi oleh ritme pasang surut harian. Oleh karena itu, tumbuhan dan hewan yang dapat bertahan di pantai adalah yang mampu menyesuaikan diri dengan menempel pada substrat keras untuk menghindari sapuan ombak. Bagian paling atas ekosistem pantai hanya terkena air selama pasang naik tertinggi. Area ini dihuni oleh berbagai jenis moluska, ganggang, kerang, dan beberapa jenis burung pantai. Di sisi lain, bagian tengah pantai terendam saat pasang tinggi maupun rendah. Tempat ini menjadi rumah bagi berbagai organisme seperti anemon laut, remis, siput, ganggang, spons, dan banyak lainnya. Sementara itu, bagian terdalam dari ekosistem pantai dihuni oleh berbagai jenis invertebrata, ikan, serta bermacam-macam rumput laut.

d) Ekosistem Buatan

Secara garis besar, ekosistem buatan (atau ekosistem hasil rekayasa manusia) adalah ekosistem yang terbentuk karena campur tangan manusia, dengan tujuan untuk memenuhi dan mencukupi kebutuhan hidup manusia yang terus bertambah setiap harinya. Ekosistem ini mendapatkan suplai energi dari luar, dan baik tanaman maupun hewan di dalamnya sangat dipengaruhi oleh manusia. Oleh sebab itu, keanekaragaman hayatinya cenderung sangat rendah.

Ada banyak contoh ekosistem buatan yang direkayasa manusia, antara lain:

- Ekosistem Bendungan.
- Ekosistem Tanaman Produksi misalnya hutan jati dan atau hutan pinus.
- Ekosistem Sawah Irigasi.
- Ekosistem Perkebunan misalnya sawit, teh, cengkeh dan masih banyak lagi lainnya.
- Ekosistem Tambak.
- Ekosistem Ladang

**d. Saling Ketergantungan di Antara Komponen Biotik**

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

1) Rantai makanan dan jaring-jaring makanan

Rantai makanan merupakan pergerakan energi dan materi yang terjadi ketika satu organisme dimakan oleh organisme lainnya, mengikuti urutan tertentu. Setiap tingkatan dalam rantai makanan disebut sebagai tingkat trofi atau taraf troft. Karena tumbuhan menjadi organisme pertama yang dapat memproduksi zat makanan, maka posisi pada tingkat trofi pertama selalu ditempati oleh tumbuhan hijau yang bertindak sebagai produsen. Tingkat trofi berikutnya adalah tingkat kedua, yang dihuni oleh hewan pemakan tumbuhan (herbivora) dan dikenal sebagai

konsumen primer. Hewan yang memangsa konsumen primer disebut berada pada tingkat trofi ketiga atau dikenal sebagai konsumen sekunder, yang berisi hewan-hewan karnivora dan seterusnya. Organisme yang menempati tingkat trofi paling tinggi disebut sebagai konsumen puncak. Saat energi berpindah dari satu tingkat trofi ke tingkat berikutnya, selalu ada sebagian energi yang hilang dalam prosesnya.

Dalam rantai makanan yang digambarkan di atas, terdapat urutan tertentu dalam proses makan dan dimakan: rumput dimakan oleh belalang, belalang dimakan oleh katak, katak dimakan oleh ular, dan ketika ular mati, ia diuraikan oleh jamur yang berfungsi sebagai dekomposer, menghasilkan zat hara yang kemudian dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk pertumbuhan dan perkembangan. Oleh karena itu, rantai makanan ini menjelaskan bahwa.

Rumput bertindak sebagai produsen.

1. Belalang sebagai konsumen I (kerbivora)
2. Katak sebagai konsumen II (karnivora)
3. Ular sebagai konsumen III/konsumen puncak (karnivora)
4. Jamur sebagai decomposer.

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 "rantal pokok yang menghubungkan. antar tingkatan trofik, yaitu:

1. Rantai pemangsa, yaitu rantai makanan yang terjadi ketika hewan pemakan 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 :

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 2.30.** Rantai Makanan

(Sumber: LBB Cendekia)

Perbedaan antara rantai makanan dan jaring-jaring makanan terletak pada interaksi organisme. Dalam rantai makanan, setiap organisme hanya menyantap satu jenis organisme lainnya. Namun, dalam jaring-jaring makanan, organisme dapat mengonsumsi beragam jenis organisme lainnya. Di alam, sulit ditemukan organisme yang hanya memakan satu jenis organisme lain. Karnivora, misalnya, jarang hanya memakan satu jenis herbivora, dan herbivora pun biasanya tidak hanya memakan satu jenis tumbuhan. Oleh karena itu, dalam ekosistem terdapat berbagai rantai makanan yang saling terhubung, membentuk jaring-jaring makanan.

Dengan kata lain, jaring-jaring makanan merupakan kumpulan rantai makanan yang saling berhubungan, menciptakan suatu jaringan yang kompleks.



**Gambar 2.31.** Jaring-Jaring Makanan  
(Sumber: CNN Indonesia)

Piramida makanan digambarkan sebagai piramida yang memaparkan perbandingan antara produsen, konsumen I, konsumen II, hingga konsumen Puncak. Dalam piramida makanan ini, produsen selalu berada di dasar piramida. Sedangkan konsumen puncak, yaitu karnivora besar seperti singa dan elang, selalu menempati bagian puncak dari piramida tersebut.

#### e. Serangga dalam Ekosistem



**Gambar 2.32.** Serangga  
(Sumber: Radar Utara)

Sumber Materi: IPA Biologi untuk SMP/MTS Kelas VII. (2013). Jakarta: Erlangga.

Dalam suatu ekosistem, makhluk hidup dan lingkungan saling berinteraksi membentuk 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 dari komponen abiotik dan biotik yang saling berinteraksi, penting bagi kita untuk mendalami lebih lanjut salah satu kelompok makhluk hidup yang memiliki peran sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem, yakni serangga. Serangga termasuk dalam kelas Insecta dari filum Arthropoda. Tubuh serangga terbagi menjadi tiga bagian utama: kepala (kaput), dada (toraks), dan perut (abdomen). Mereka memiliki tiga pasang kaki yang melekat pada toraks dan biasanya memiliki satu atau dua pasang sayap. Antena juga menjadi ciri khas serangga yang berfungsi sebagai alat indera, terutama untuk mendeteksi bau dan getaran.

Serangga hadir di hampir setiap jenis ekosistem, baik yang terbentuk alami maupun yang sengaja dibuat manusia. Di dalam hutan, serangga seperti kupu-kupu dan lebah berperan dalam penyerbukan, sementara semut dan rayap bertugas menguraikan materi organik. Di area persawahan, belalang dan wereng sering kali menjadi hama, tetapi kehadiran capung bisa membantu mengontrol populasi serangga kecil lainnya. Dalam ekosistem perairan, beberapa jenis larva seperti larva nyamuk dan capung menjadi indikator kualitas air sekaligus sumber makanan bagi makhluk lain.

Peran Serangga dalam Ekosistem:

1. Sebagai Konsumen Primer (Herbivora): Belalang, ulat, dan kutu daun.
2. Sebagai Konsumen Sekunder (Karnivora): Capung, belalang sembah.
3. Sebagai Detritivor dan Dekomposer: Kumbang bangkai, kecoa, larva lalat.
4. Sebagai Polinator: Lebah, kupu-kupu.
5. Sebagai Parasit dan Vektor Penyakit: Nyamuk.

Interaksi Serangga dengan Lingkungan:

- Mutualisme: Lebah dan bunga.
- Parasitisme: Nyamuk dan manusia.
- Predasi: Capung memangsa nyamuk.
- Kompetisi: Kutu daun dan ulat.

Adaptasi Serangga terhadap Komponen Abiotik:

- Cahaya: Serangga diurnal dan nokturnal.
- Suhu: Aktivitas tergantung suhu lingkungan.
- Kelembapan dan Air: Beberapa spesies hanya berkembang di lingkungan lembap.

Sumber Materi: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018, Biologi SMA/MA Kelas X, Penerbit Erlangga

## B. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.11. Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti/ Tahun	Judul	Tempat Penelitian-an	Pendekatan & Analisis	Hasil Penelitian	Per samaan	Perbedaan
1.	Irfan Fadillah, Relsas Yogica, Muhyiatul Fadilah, Suci Fajrina (2023)	Hubungan <i>Internet of Things (IoT)</i> Terhadap Minat Belajar Biologi Peserta Didik Kelas XI di SMA Pertiwi 1 Padang	SMA Pertiwi 1 Padang.	Metode Kuantitatif	Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa distribusi skor jawaban angket variabel <i>Internet of Things</i> memiliki kriteria tinggi dan	Persamaan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan <i>Internet of Things (IoT)</i>	Perbedaan dalam penelitian ini adalah menguji pengaruh <i>IoT</i> terhadap minat belajar peserta didik pada mata Pelajaran Biologi. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu untuk melihat pengaruh <i>IoT</i> dalam

					<p>distribusi skor jawaban angket variabel minat belajar memiliki kriteria sangat tinggi. Selanjutnya, terdapat hubungan yang positif signifikan antara <i>Internet of Things</i> dan minat belajar biologi peserta didik kelas XI di SMA Pertiwi 1 Padang yang dibuktikan dari hasil uji korelasi menggunakan rumus Pearson Product Moment.</p>		<p>meningkatkan kemampuan komprehensif dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital pada materi serangga</p>
2.	Dian Ratna Sari (2024)	Inovasi Pembelajaran Berbasis AI dan	Universitas Lampung,	Metode yang digunakan dalam	Inovasi pembelajaran berbasis AI dan	Persamaan dalam penelitian ini adalah dengan	Perbedaan dalam penelitian ini adalah menggunakan

		<i>IoT: Strategi Pembelajaran Biologi pada Society 5.0</i>	Indonesia	penulisan artikel ini adalah studi literatur	<i>IoT</i> sebagai strategi pembelajaran Biologi di era society 5.0 memberikan kontribusi positif dengan variasi platform yang diberikan dengan semua fleksibilitas, efisiensi dan kemudahan lainnya.	menggunakan <i>Internet of Things (IoT)</i>	an metode penelitian studi literatur dan yang diteliti adalah tidak hanya <i>IoT</i> namun dengan AI
3.	Amalia Herlina, M. Fikri Syarif Ramdhoni, Moh. Syaifullah (2022)	Implementasi Media Pembelajaran <i>Internet of Things (IoT)</i> untuk Sistem Kendali Lampu Otomatis bagi Peserta didik SMKN 1 Banyuan	SMKN 1 Banyuan	Metode Kuantitatif	Hasil evaluasi program menunjukkan bahwa 6 indikator capaian telah tercapai dengan baik. Pada pelaksanaan tes before after terjadi	Persamaan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan <i>Internet of Things (IoT)</i>	Perbedaan dalam penelitian ini adalah di implementasikan di sekolah SMK dan yang digunakan adalah <i>IoT</i> untuk alat kendali lampu,

		Probolin ggo			peningkat an sebesar 92% pada post -test		
--	--	-----------------	--	--	---	--	--

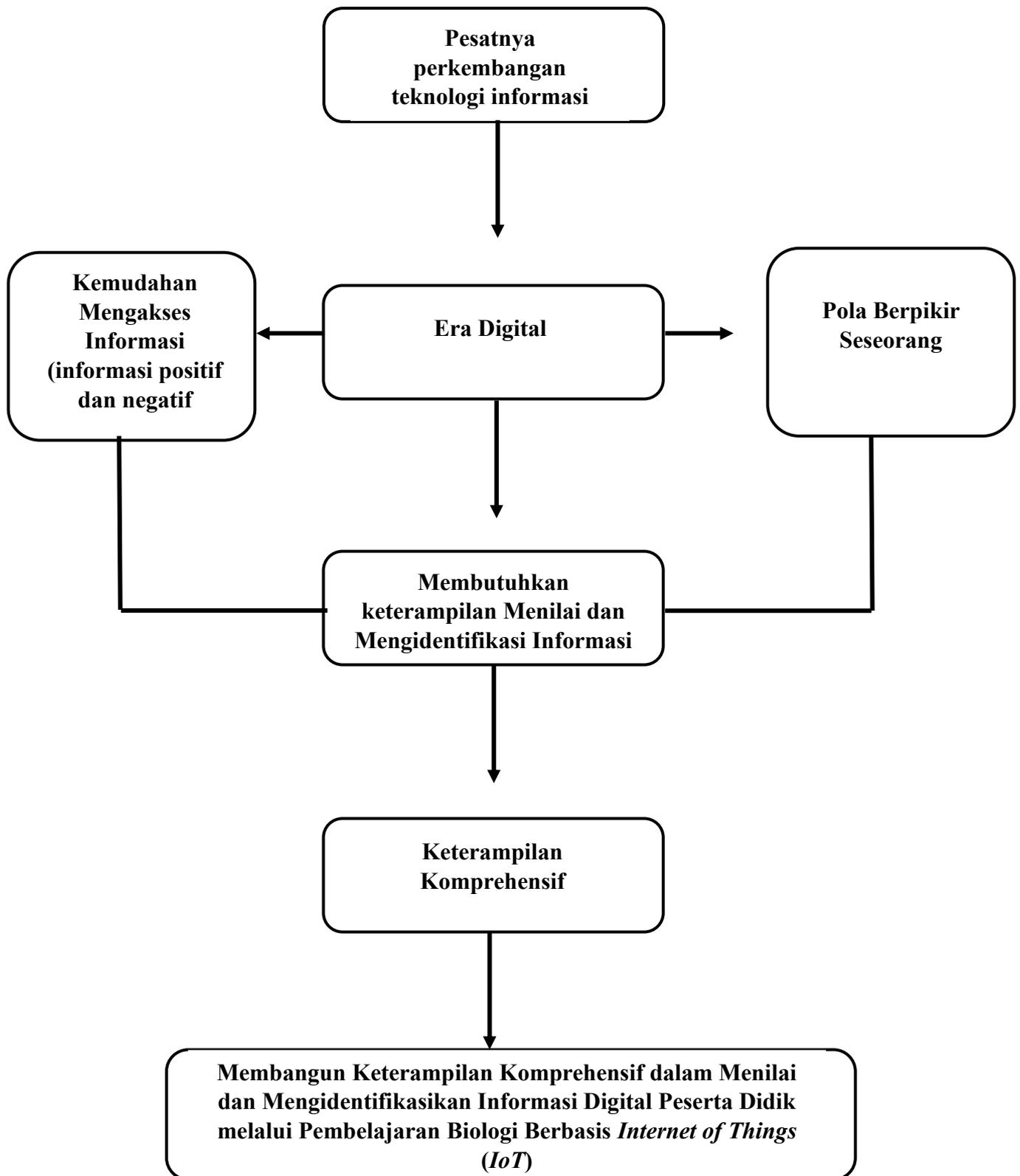
### C. Kerangka Pemikiran

Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi di era digital membawa dampak besar bagi pendidikan. Di satu sisi, teknologi mempermudah akses informasi, namun juga menimbulkan tantangan berupa penyebaran informasi yang bias, tidak valid, dan kurang relevan. Oleh karena itu, peserta didik perlu memiliki keterampilan literasi digital, khususnya kemampuan berpikir kritis dan komprehensif dalam menilai serta mengidentifikasi informasi digital.

Keterampilan ini merupakan bagian dari konsep *Digital Habits of Mind*, terutama indikator kedua yang menekankan evaluasi kritis terhadap informasi digital. Sayangnya, keterampilan tersebut masih belum optimal karena kurangnya pembelajaran yang secara khusus melatih kemampuan ini. Di sinilah teknologi *Internet of Things (IoT)* menawarkan solusi inovatif.

Dalam pembelajaran Biologi, khususnya materi ekosistem, *IoT* memungkinkan pengumpulan dan analisis data *real-time* yang memberikan pengalaman belajar interaktif dan berbasis fakta. Serangga sebagai objek kajian menyediakan data nyata tentang perilaku, habitat, dan interaksi ekologis yang dapat dimanfaatkan peserta didik untuk mengevaluasi informasi secara kritis.

Melalui pembelajaran berbasis *IoT*, peserta didik tidak hanya memahami materi Biologi lebih mendalam, tetapi juga dilatih memilah informasi yang valid dan menyajikan data secara komprehensif. Pendekatan ini memperkuat literasi digital sekaligus membangun kebiasaan berpikir kritis dan bertanggung jawab dalam menghadapi tantangan era digital.



Gambar 2.17 Kerangka Berfikir

#### D. Asumsi dan Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas maka asumsi dan hipotesis pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

##### 1. Asumsi

Peserta didik memiliki akses yang memadai terhadap perangkat digital dan internet, yang memungkinkan pembelajaran berbasis *Internet of Things (IoT)* dapat diterapkan secara optimal. Selain itu, diasumsikan bahwa peserta didik masih membutuhkan keterampilan literasi digital, terutama dalam menilai dan mengidentifikasi informasi yang valid, mengingat pentingnya keterampilan komprehensif di era digital. Pembelajaran berbasis *IoT* diharapkan dapat meningkatkan keterampilan tersebut dengan menyediakan pengalaman belajar yang berbasis data nyata dan *real-time*, yang dapat melatih peserta didik dalam berpikir kritis dan komprehensif. Materi serangga, sebagai bagian dari pembelajaran Biologi, dianggap relevan untuk diterapkan dalam konteks ini karena dapat menyediakan data faktual yang dapat dianalisis menggunakan teknologi *IoT*. Konsep *Digital Habits of Mind*, khususnya indikator kedua yang berfokus pada berpikir kritis terhadap informasi digital, diasumsikan sebagai pendekatan yang tepat untuk membekali peserta didik dengan keterampilan berpikir yang diperlukan di dunia digital. Diharapkan pula bahwa baik guru maupun peserta didik dapat mengadaptasi metode pembelajaran berbasis *IoT*, dan bahwa penggunaan teknologi ini dapat meningkatkan motivasi dan minat peserta didik dalam pembelajaran. Dengan demikian, asumsi dasar dari penelitian ini adalah bahwa pembelajaran berbasis *IoT* dapat secara signifikan meningkatkan keterampilan komprehensif peserta didik dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital.

##### 2. Hipotesis

- a. H<sub>0</sub>: Pembelajaran biologi berbasis *Internet of Things (IoT)* tidak dapat membangun keterampilan komprehensif dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital peserta didik.

- b. Ha: Pembelajaran biologi berbasis *Internet of Things (IoT)* dapat membangun keterampilan komprehensif dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital peserta didik.