

## **BAB II**

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

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

Kajian teori digunakan untuk menjadi landasan teoritik yang digunakan peneliti untuk menjadi bahasan penunjang analisis masalah yang diteliti.

#### **1. Keterampilan Keterkinian dalam Literasi Digital**

Keterampilan keterkinian mencakup kemampuan esensial bagi peserta didik untuk berhasil di era digital. Salah satu aspek krusial dari keterampilan keterkinian adalah literasi digital, yaitu kemampuan untuk menemukan, mengevaluasi, dan menggunakan informasi secara efektif dengan memanfaatkan teknologi yang tersedia (Nuryanti dkk., 2023). Individu yang melek informasi mampu menentukan kebutuhan informasi, mengakses informasi secara efektif dan efisien, mengevaluasi informasi dan sumbernya secara kritis, serta menggunakan informasi tersebut secara etis dan legal (Hidayat & Khotimah, 2019). Kemampuan menilai dan mengidentifikasi informasi digital menjadi bagian penting dari standar literasi informasi, yang sangat relevan dalam pembelajaran berbasis teknologi. Hal ini semakin penting ketika diterapkan dalam pembelajaran Biologi berbasis Internet of Things (IoT), di mana peserta didik dapat mengakses data real-time dan menginterpretasikannya secara kritis (Fadillah dkk., 2023).

#### **2. Sub-Indikator Evaluasi Informasi Digital**

Sebagai bagian dari keterampilan literasi digital, kemampuan mengavluasi informasi meliputi beberapa sub-indikator penting sebagai berikut:

##### **a. Tanggal Publikasi**

Peserta didik perlu memeriksa kapan informasi dipublikasikan atau diperbarui. Informasi yang sudah kadaluwarsa dapat menyesatkan, terutama dalam bidang ilmu seperti Biologi yang selalu berkembang pesat. Evaluasi tanggal publikasi membantu memastikan keandalan informasi berdasarkan waktu publikasinya (Saputra & Ramadhani, 2021; Wineburg & McGrew, 2017).

#### b. Relevansi Waktu

Relevansi informasi terhadap kondisi saat ini juga perlu dievaluasi. Informasi ilmiah yang relevan secara temporal lebih bernilai dalam konteks pembelajaran. Misalnya, data tentang penyebaran penyakit, hasil penelitian ekosistem, atau teknologi bioteknologi harus dikaitkan dengan perkembangan terkini (Fatimah & Nurjanah, 2020; Sundar et al., 2015).

#### c. Frekuensi Pembaruan

Peserta didik juga perlu mempertimbangkan seberapa sering sumber informasi diperbarui. Sumber yang rutin diperbarui dapat menjamin keakuratan dan komitmen penyedia informasi terhadap validitas data. Dalam lingkungan IoT, data real-time atau bersifat dinamis harus diuji melalui pembaruan sistem secara berkala (Hasanah & Wulandari, 2022; Gubbi dkk., 2013)

### **3. Pembelajaran Berbasis Metode *Projek Based Learning***

*Project Based Learning* (PjBL) menekankan pada aktivitas belajar yang berpusat pada peserta didik, di mana mereka secara aktif merancang, melaksanakan, dan menyelesaikan proyek yang terkait langsung dengan dunia nyata. Pendekatan ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kolaborasi dalam konteks pembelajaran berbasis teknologi (Kalsum dkk., 2018). Dalam konteks pembelajaran biologi, PjBL yang terintegrasi dengan teknologi seperti IoT memungkinkan peserta didik untuk terlibat langsung dalam pengamatan fenomena biologis melalui data sensor digital. Hal ini sejalan dengan pembelajaran berbasis data yang mendorong peserta didik untuk mengevaluasi dan menafsirkan informasi secara kritis, serta membangun pemahaman konseptual yang kuat (Fadillah dkk., 2023). Dengan demikian, penerapan PjBL juga mendukung penguatan literasi digital, khususnya dalam kemampuan peserta didik untuk menilai validitas, keterkinian, dan relevansi informasi digital yang mereka akses selama proses pembelajaran berlangsung (Nuryanti dkk., 2023). Model pembelajaran ini membantu peserta didik membentuk kebiasaan berpikir reflektif dan bertanggung jawab terhadap informasi yang dikonsumsi dan diproduksi dalam proses belajar (Hidayat & Khotimah, 2019).

#### 4. Pembelajaran Biologi Berbasis *Internet of Things* (IoT)

*Internet of Things* (IoT) merupakan jaringan perangkat pintar yang dapat saling terhubung untuk mengumpulkan dan mengirimkan data melalui internet. Dalam konteks pembelajaran biologi, teknologi ini memungkinkan pengamatan fenomena biologis secara langsung, seperti suhu lingkungan, kelembapan udara, atau kelembapan tanah. Teknologi IoT dapat dimanfaatkan untuk menerapkan data *real-time* dalam analisis biologi serta mengembangkan proyek berbasis penelitian terapan guna meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah peserta didik (Fadillah dkk., 2023). IoT tidak hanya memperkaya materi pembelajaran biologi, tetapi juga menyediakan informasi digital yang dapat dievaluasi melalui indikator literasi digital seperti keterkinian dan validitas informasi (Nuryanti et al., 2023), yang dapat dievaluasi melalui sub indikator yang sudah dijelaskan. Media pembelajaran yang digunakan dalam implementasi ini adalah seperangkat alat IoT yang mampu mengukur suhu, kelembapan tanah, dan kelembapan udara, yang seluruhnya terhubung dengan aplikasi Blynk IoT. Aplikasi Blynk telah dikonfigurasi sebelumnya sehingga peserta didik dapat langsung memantau dan menganalisis data yang dikumpulkan oleh sensor secara *real-time* (Muttaqin dkk., 2024; Tri dkk., 2021).

##### a) Perangkat *Internet of Things* (IoT)

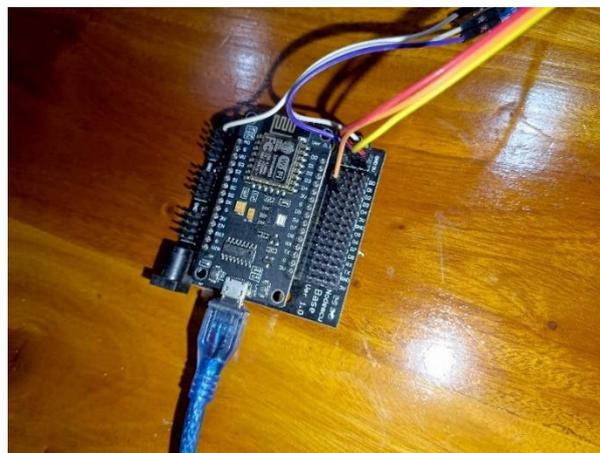
Sistem *Internet of Things* ini dirancang untuk memonitor suhu, kelembaban, dan kadar CO<sub>2</sub> di udara menggunakan dua jenis sensor, yaitu MQ135 untuk CO<sub>2</sub> dan DHT22 untuk suhu dan kelembaban. Mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data digunakan untuk mengambil data dari kedua sensor tersebut dan memproses data dari kedua sensor tersebut (Muttaqin dkk., 2024; Hanum & Elfizon, 2023). Data yang dikumpulkan oleh sistem akan diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada layar LCD, serta diteruskan ke platform Blynk.



**Gambar 2.1 Perangkat IoT**

(Sumber: Dokumen Pribadi)

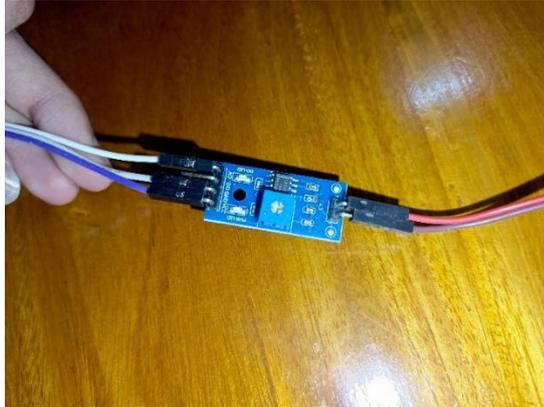
Perangkat IoT merupakan sebuah system monitoring sederhana yang dapat berfungsi untuk mengamati kondisi lingkungan, khususnya suhu, kelembapan udara dan kelembapan tanah. Sistem menggunakan mikrokontroler sebagai pusat kendali sekaligus berperan sebagai pengirim data ke internet melalui koneksi WiFi. Sensor kelembapan tanah bekerja bersama modul pembaca analog untuk mengubah sinyal dari sensor menjadi data yang dapat di proses oleh mikrokontroler. Data yang diperoleh dari sensor ini kemudian dapat dikirim ke platform IoT seperti Blynk, sehingga penggunaan data memantau kondisi lingkungan secara *real-time* melalui perangkat seluler (Budiman dkk., 2021; Fadillah dkk., 2023).



**Gambar 2.2 Modul Mikrokontroler**

(Sumber: Dokumen Pribadi)

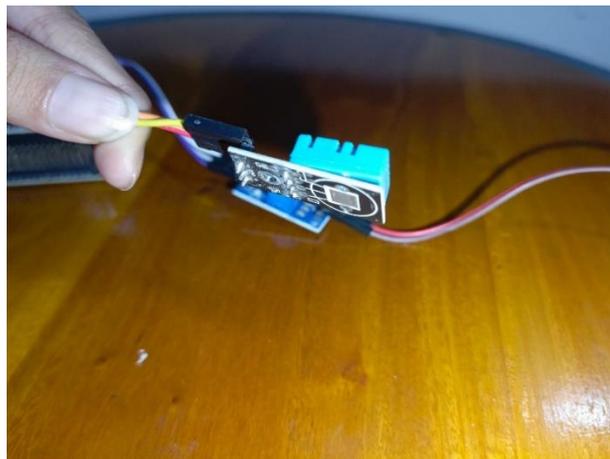
Gambar di atas menunjukkan modul mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang sedang terhubung dengan beberapa kabel jumper dan sebuah kabel USB biru sebagai sumber daya sekaligus jalur komunikasi dengan komputer.



**Gambar 2.3 Sensor Kelembapan Tanah**

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Gambar di atas menunjukkan modul sensor kelembapan tanah (soil moisture sensor) dengan amplifier/komparator berbasis IC LM393, yang terhubung dengan beberapa kabel jumper. Modul ini digunakan dalam monitoring kelembapan tanah.



**Gambar 2.4 Sensor Suhu dan Udara**

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Gambar di atas memperlihatkan sensor suhu dan kelembapan DHT11 yang sedang terhubung dengan beberapa kabel jumper. Sensor ini merupakan komponen penting dalam berbagai proyek IoT monitoring lingkungan, seperti pemantauan suhu dan kelembapan udara.



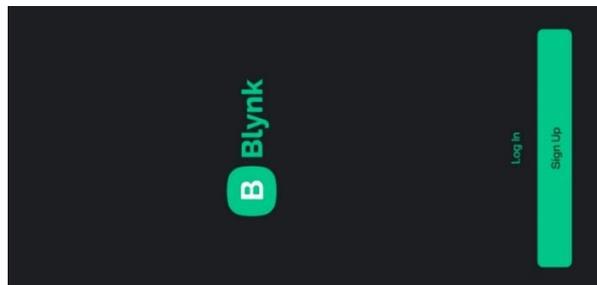
**Gambar 2.5 ESP32-CAM**

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Gambar di atas menunjukkan modul ESP32-CAM yang terhubung ke komputer melalui USB to TTL Converter menggunakan kabel USB. ESP32-CAM adalah mikrokontroler dengan kamera dan koneksi Wi-Fi yang digunakan untuk proyek IoT berbasis video. USB to TTL berfungsi untuk mengunggah program dari komputer ke ESP32-CAM karena modul ini tidak memiliki port USB langsung.

b) Penggunaan Aplikasi *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things dapat digunakan dengan jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk, berikut ini penjelasan mengenai aplikasi Blynk:

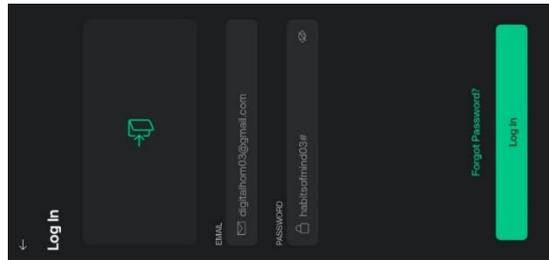


**Gambar 2.6 Halaman Depan**

(Sumber: dokumen pribadi)

### 1) Halaman Depan

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

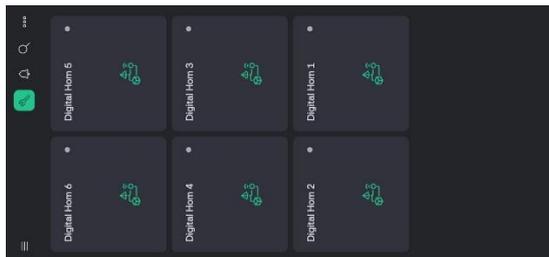


**Gambar 2.7 Halaman Sebelum Login**

(Sumber: dokumen pribadi)

### 2) Halaman Sebelum Login

Selanjutnya, peserta didik diminta untuk login ke aplikasi Blynk IoT menggunakan email dan password yang telah diberikan oleh guru.

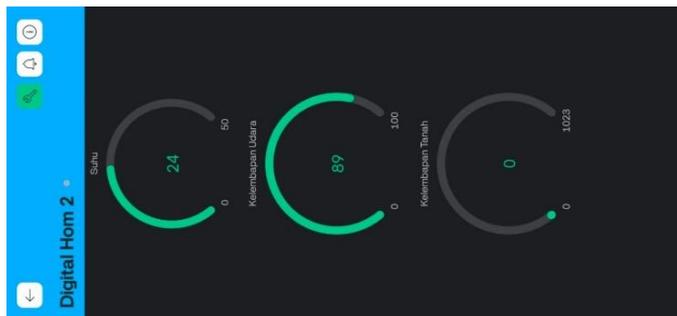


**Gambar 2.8 Halaman Bar**

(Sumber: dokumen pribadi)

### 3) Halaman Bar

Setelah berhasil login ke dalam aplikasi *Blynk*, peserta didik akan melihat beberapa bar pada tampilan aplikasi. Bar-bar tersebut digunakan untuk membedakan hasil data dari masing-masing alat yang berbeda. Dengan demikian, aplikasi dan berbagai alat dapat digunakan secara bersamaan.



**Gambar 2.9 Halaman Monitoring**

(Sumber: dokumen pribadi)

#### 4) Halaman *Monitoring*

Tampilan di atas menunjukkan isi dari bar-bar yang muncul setelah login. Setiap bar menampilkan data seperti suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah. Hasil dari penggunaan alat IoT ditampilkan secara real-time.

### 4. Inetegrasi Keterampilan dan Teknologi dalam Pembelajaran

Mengintegrasikan keterampilan keterampilan terkini seperti literasi digital dengan penggunaan teknologi IoT membuat pembelajaran menjadi lebih interaktif, serta dapat mendorong peserta didik berpikir kritis dalam menyaring informasi dan menumbuhkan sikap ilmiah (Siregar & Nababan, 2022; Mardiana dkk., 2021). Penggunaan data real-time melalui sensor IoT tidak hanya memperkaya pengalaman belajar, tetapi juga menuntut peserta didik untuk mampu mengevaluasi informasi yang terus berubah dan berkembang.

### 5. Materi Ekosistem

Materi ekosistem merupakan bagian dari ilmu biologi yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup (biotik) dengan lingkungan tidak hidup (abiotik) dalam suatu sistem yang saling berinteraksi dan membentuk kesatuan yang seimbang (Campbell et al., 2012; Sulistyawati & Widodo, 2020). Pemahaman tentang ekosistem penting dalam menumbuhkan kesadaran ekologis serta keterampilan berpikir sistematis pada peserta didik.

## A. Komponen-Komponen Ekosistem

Ekosistem dapat didefinisikan sebagai suatu sistem fungsional yang melibatkan interaksi antara komponen biotik (makhluk hidup) dan abiotik (lingkungan fisik) dalam suatu kesatuan yang saling memengaruhi. Unsur-unsur penyusun ekosistem membentuk struktur tata lingkungan yang kompleks dan dinamis. Berdasarkan proses terbentuknya, ekosistem dibedakan menjadi dua jenis, yaitu ekosistem alami dan ekosistem buatan. Ekosistem alami terbentuk secara alami tanpa intervensi manusia, contohnya sungai, danau, hutan hujan tropis, gurun, dan laut. Sebaliknya, ekosistem buatan merupakan ekosistem yang diciptakan melalui aktivitas manusia, seperti sawah, waduk, kolam, akuarium, dan hutan wisata (Soemarwoto, 2004).



**Gambar 2.10 Komponen Ekosistem**

(Sumber: Jeff Grader)

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-faktor abiotik yang berhubungan dengan udara meliputi kelembapan, suhu, curah hujan, dan komposisi udara. Suhu lingkungan menjadi salah satu komponen penting yang memengaruhi kelangsungan hidup organisme. Beberapa organisme memiliki kemampuan untuk mengatur suhu tubuhnya agar proses fisiologis dapat berlangsung secara optimal; organisme semacam ini disebut endoterm, yang umumnya ditemukan pada kelas Aves dan Mammalia. Sebaliknya, terdapat organisme yang suhu tubuhnya dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Ketika suhu terlalu rendah, organisme ini cenderung berjemur untuk menghangatkan diri, sedangkan saat suhu tinggi, mereka akan mencari tempat yang teduh. Organisme ini dikenal sebagai ektoterm, dan biasanya berasal dari kelompok ikan, amfibi, serta reptil.

(d) Cahaya Matahari

Cahaya matahari berfungsi sebagai sumber utama energi di Bumi, cahaya Matahari juga berperan dalam memengaruhi perilaku organisme. Beberapa organisme menunjukkan aktivitas dominan pada siang hari, sedangkan yang lain lebih aktif pada malam hari. Selain itu, sinar Matahari turut berkontribusi dalam proses pelapukan batuan, yang menghasilkan mineral-mineral yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh organisme.

2). Komponen Biotik

Komponen biotik mencakup seluruh makhluk hidup yang terdapat dalam suatu lingkungan. Berdasarkan fungsinya dalam ekosistem, organisme dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok utama, yaitu produsen, konsumen, dan pengurai (decomposer).

(a) Produsen

Produsen merupakan organisme autotrof yang mampu mensintesis senyawa organik dari bahan anorganik. Organisme autotrof adalah makhluk hidup yang dapat menghasilkan makanannya sendiri tanpa ketergantungan pada organisme lain. Jika proses sintesis tersebut memanfaatkan energi cahaya, maka organisme tersebut disebut sebagai fotoautotrof. Salah satu contoh fotoautotrof adalah tumbuhan hijau, yang menggunakan energi cahaya Matahari untuk mengubah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) menjadi karbohidrat melalui proses fotosintesis.

(b) Konsumen

Konsumen merupakan organisme heterotrof yang memperoleh energi dan nutrisi dengan cara mengonsumsi organisme lain, baik berupa tumbuhan, hewan, maupun sisa-sisa makhluk hidup. Karena tidak memiliki kemampuan untuk mensintesis zat organik dari zat anorganik, organisme heterotrof bergantung pada organisme lain sebagai sumber makanannya. Konsumen yang secara langsung memakan produsen (organisme autotrof) disebut konsumen primer atau herbivora, seperti sapi, kambing, domba, dan belalang

Organisme heterotrof yang memakan herbivora atau hewan lain disebut karnivora, contohnya adalah kucing, anjing, elang, dan ular. Sementara itu, organisme yang dapat memakan baik tumbuhan maupun hewan disebut omnivora, misalnya manusia, kerbau, orang utan, dan beruang. Terdapat pula organisme yang memakan bangkai hewan utuh, yang disebut sebagai scavenger, seperti burung pemakan bangkai. Adapun organisme yang mengonsumsi sisa-sisa materi organik dari makhluk hidup yang telah mati disebut detritivora, contohnya cacing tanah, rayap, dan beberapa jenis serangga tanah.

(c) 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.

## **B. Interaksi Antar Komponen Ekosistem**

Pada hakikatnya, setiap organisme akan bergantung pada organisme lain yang ada di sekitarnya. Pola interaksi organisme melibatkan dua atau lebih organisme. Jenis, sifat, dan tingkah laku organisme di Bumi sangat beragam. Oleh karena itu, pola interaksi antarorganisme juga beragam. Berikut ini akan dibahas berbagai pola interaksi antarorganisme.

### a) 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

Hubungan tidak saling mengganggu antarorganisme dalam habitat yang sama, yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak, disebut netral. Contohnya antara capung dan sapi, ayam dan kucing.

#### (b) Predasi

Predasi adalah hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator). Hubungan ini sangat erat tanpa sebab mangsa, predator tak dapat hidup. Sebaliknya, predator juga berfungsi sebagai pengontrol populasi mangsa. Contoh Singa dengan mangsanya, yaitu kijang, rusa dan burung hantu dengan tikus.

#### (c) Parasitisme

Parasitisme adalah hubungan antarorganisme yang berbeda spesies, bila salah satu organisme hidup pada organisme lain dan mengambil makanan dari hospes/inangnya sehingga bersifat merugikan inangnya.

contoh: Plasmodium dengan manusia, Taeniasaginata dengan sapi, dan benalu dengan pohon inang, nyamuk anopheles dengan manusia

#### (d) Komensalisme

Komensalisme merupakan hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies dalam bentuk kehidupan bersama untuk berbagi sumber makanan, salah

satu spesies diuntungkan dan spesies lainnya tidak dirugikan. Contohnya anggrek dengan pohon yang ditumpanginya, ikan hiu dengan ikan remora.

(e) Mutualisme

Mutualisme adalah hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies yang saling menguntungkan kedua belah pihak. Contoh: bakteri *Rhizobium* yang hidup pada bintil akar kacang-kacangan, bunga dan lebat.

(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 merupakan interaksi antarpopulasi, bila populasi yang satu menghasilkan zat yang dapat menghalangi tumbuhnya populasi lain. Contohnya, di sekitar pohon walnut (*Juglans*) jarang ditumbuhi tumbuhan lain karena tumbuhan ini menghasilkan zat yang bersifat toksik. Pada mikroorganisme istilah alelopati dikenal sebagai antibiosis. Contoh, jamur *Penicillium sp.* dapat menghasilkan antibiotika yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri tertentu.

(b) Kompetisi

Kompetisi merupakan interaksi antarpopulasi, bila antarpopulasi terdapat kepentingan yang sama sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan apa yang diperlukan. Contoh, persaingan antara populasi kambing dengan populasi sapi di padang rumput, persaingan hewan jantan memperebutkan 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

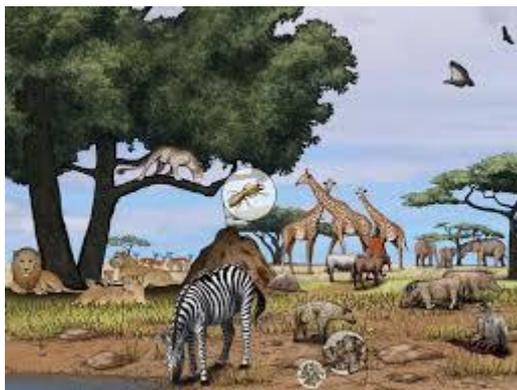
(4) Interaksi antara komponen biotik dengan komponen abiotik

Interaksi antara komponen biotik dengan abiotik membentuk ekosistem. Hubungan antara organisme dengan lingkungannya menyebabkan terjadinya aliran energi dalam sistem itu. Selain aliran energi, di dalam ekosistem terdapat juga struktur atau tingkat trofik, keanekaragaman biotik, serta siklus materi. Dengan adanya interaksi tersebut, suatu ekosistem dapat mempertahankan keseimbangannya. Pengaturan untuk menjamin terjadinya keseimbangan ini merupakan ciri khas suatu ekosistem. Apabila keseimbangan ini tidak diperoleh maka akan mendorong terjadinya dinamika perubahan ekosistem untuk mencapai keseimbangan 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.

a. Ekosistem Darat



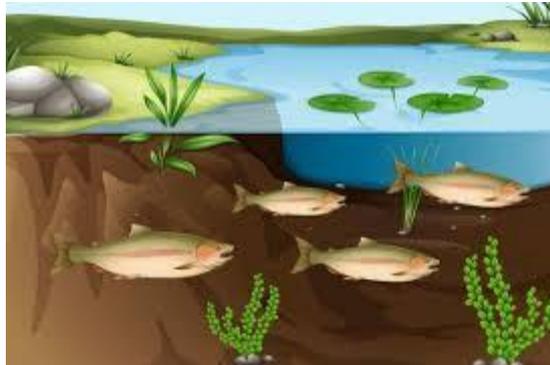
**Gambar 2.11 Ekosistem Darat**

(Sumber: Savane Africaine by Diba Sedighi)

Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma. Bioma yaitu ekosistem darat yang khas pada wilayah

tertentu dan dicirikan oleh jenis vegetasi yang dominan di wilayah tersebut. Batas antara dua bioma disebut ecotone.

#### b. Ekosistem Perairan



**Gambar 2.12 Ekosistem Perairan**

(Sumber: Shutterstock.com)

#### 1) Ekosistem air Tawar

Ciri-ciri ekosistem air tawar

- 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

##### (a) Danau

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

##### (b) 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.

(c) 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, *Loeisa* sp dan *Azolla* sp. Sedangkan konsumernya meliputi zooplankton dan copepoda, rotifera dan beberapa jenis ikan

(d) 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 sphaeriidae dan larva "phantom" atau Chaoboras (corethra).

(e) 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 (hilir). Setiap bagian ini memiliki ciri khas, bentuk, dan aktivitasnya sendiri.

### c. Ekosistem Air Laut

#### Ciri-ciri:

- a. 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).
- b. 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.

### 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

### 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

#### **D. Saling Ketergantungan di Antara Komponen Biotik**

Pada sebuah ekosistem akan selalu ditemukan produsen, konsumen, dan pengurai. Komponen-komponen tersebut mempunyai peranan yang berbeda. Akan tetapi dalam melaksanakan peranannya, komponen tersebut saling tergantung satu sama lain secara langsung maupun tidak langsung. Jika digambarkan, interaksi antarkomponen biotik akan membentuk jarring-jaring ekologi. Jaring-jaring ekologi dapat berupa rantai makanan, jarring-jaring makanan, dan piramida makanan.

##### **a. Rantai makanan dan jarring-jaring makanan**

Rantai makanan yaitu perpindahan materi dan energi melalui proses makan dan dimakan dengan urutan tertentu. Tiap tingkat dari rantai makanan disebut tingkat trofi atau taraf troft. Karena organisme pertama yang mampu menghasilkan zat makanan adalah tumbuhan maka tingkat trofi pertama selalu diduduki tumbuhan hijau sebagai produsen. Tingkat selanjutnya adalah tingkat trofi kedua, terdiri atas hewan pemakan tumbuhan (herbifora) yang biasa disebut konsumen primer. Hewan pemakan konsumen primer merupakan tingkat trofi ketiga atau konsumen primer sekunder, terdiri atas hewan-hewan karnivora dan seterusnya. Organisme yang menduduki tingkat trofi tertinggi disebut konsumen puncak. Setiap pertukaran energi dari satu tingkat trofi ke tingkat trofi lainnya, sebagian energi akan hilang.

Pada rantai makanan Gambar di atas, terjadi proses makan dan dimakan dalam urutan tertentu yaitu rumput dimakan belalang, belalang dimakan katak, katak dimakan ular dan jika ular mati akan diuraikan oleh jamur yang berperan sebagai dekomposer menjadi zat hara yang akan dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk tumbuh dan berkembang. Dengan demikian, pada rantai makanan tersebut dapat dijelaskan bahwa rumput 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 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 2.13 Rantai Makanan**

(Sumber: Ruang Guru)

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 2.14 Rantai Makanan**

(Sumber: iStockphoto)

Piramida makanan merupakan gambaran piramida yang menunjukkan perbandingan makanan antara produsen, konsumen I, konsumen II, sampai dengan konsumen Puncak. Di dalam piramida makanan, produsen selalu menempati dasar piramida. Konsumen puncak (karnivora besar) seperti singa dan elang, selalu menempati puncak piramida

Sumber : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2017). Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas VII. Erlangga.

### **E. Serangga dalam Ekosistem**



**Gambar 2.15 Serangga**

(Sumber: Shutterstock)

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 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: 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.

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.

Sumber : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017, Ilmu Pengetahuan Alam SMP Kelas VII

### (1). Peranan Serangga dalam ekosistem

Serangga merupakan kelompok hewan paling beragam di planet Bumi. Keanekaragaman mereka yang luar biasa ini telah memungkinkan mereka menempati berbagai niche ekologi dan memainkan peran krusial dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Berdasarkan peranannya dalam ekosistem, serangga terbagi menjadi sebagai polinator, predator, parasitoid, dan detritus. Salah satu peran serangga yang paling dikenal adalah sebagai polinator. Proses penyerbukan, yaitu pemindahan serbuk sari dari bagian jantan ke bagian betina bunga, sangat penting bagi reproduksi tanaman berbunga. Serangga seperti lebah, kupu-kupu, kumbang, dan lalat tertarik pada nektar dan serbuk sari yang dihasilkan bunga. Saat mereka mengunjungi bunga untuk mencari makan, tubuh mereka secara tidak sengaja terlapisi serbuk sari, yang kemudian terbawa ke bunga lain saat mereka berpindah. Banyak tanaman pangan yang kita konsumsi, seperti buah-buahan dan sayuran, bergantung pada penyerbukan oleh serangga. Serangga predator merupakan kelompok serangga yang memiliki peran penting dalam ekosistem. Mereka berperan sebagai pemangsa bagi serangga lain, hewan kecil, bahkan tumbuhan. Selain itu, serangga predator memiliki adaptasi khusus untuk menangkap dan mengkonsumsi mangsanya, seperti kaki yang kuat, rahang yang tajam, atau sengatan berbisa. Sebagai contoh, capung adalah predator yang memangsa nyamuk, lalat, dan serangga kecil lainnya. Sementara itu, belalang sembah dikenal sebagai predator yang sabar dan lihai, menunggu mangsanya dengan sabar sebelum menyerang. Di sisi lain, kumbang tanah sering ditemukan memangsa larva serangga, cacing, dan hewan kecil lainnya yang hidup di tanah. Dengan demikian, keberadaan serangga predator memiliki peran yang sangat krusial dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Pertama, serangga predator membantu mengendalikan populasi serangga hama, sehingga mengurangi kerusakan pada tanaman dan mengurangi ketergantungan pada pestisida. Kedua, serangga predator juga berperan penting dalam mengatur rantai makanan, membantu menjaga stabilitas populasi mangsanya. Serangga parasitoid memiliki hubungan yang unik dengan inangnya.

Mereka hidup pada atau di dalam tubuh inang lain, biasanya serangga lain. Setelah menetas dari telur, larva parasitoid akan memakan inang dari dalam hingga akhirnya membunuh inang tersebut. Sebagai contoh, tawon parasit menyuntikkan telurnya ke dalam tubuh larva serangga lain. Kemudian, larva tawon parasit akan menetas dan memakan larva inang dari dalam. Selain itu, lalat tachinid juga merupakan parasitoid yang menempelkan telurnya pada tubuh serangga lain. Selanjutnya, larva lalat tachinid akan menembus tubuh inang dan memakannya dari dalam. Dengan demikian, serangga parasitoid berperan penting dalam pengendalian hama secara alami. Hal ini dikarenakan mereka dapat membantu mengurangi populasi serangga hama tanpa perlu menggunakan pestisida. Sementara itu, serangga detritus memiliki peran yang sangat krusial dalam siklus kehidupan. Mereka berperan dalam mengurai bahan organik yang telah mati, seperti daun, kayu, dan bangkai hewan. Proses penguraian ini akan menghasilkan zat-zat yang lebih sederhana, yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh organisme lain. Misalnya, kumbang kotoran mengurai kotoran hewan, rayap mengurai kayu, dan lalat buah mengurai buah-buahan yang busuk. Dengan demikian, serangga detritus memiliki peran penting dalam daur ulang nutrisi. Selain itu, aktivitas serangga detritus juga membantu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kesuburan tanah. Serangga memainkan peran yang sangat penting dalam ekosistem. Mereka tidak hanya sebagai hama yang mengganggu, tetapi juga sebagai polinator, predator, parasitoid, dan detritus yang sangat bermanfaat. Melindungi keanekaragaman serangga sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan kehidupan di Bumi.

Sumber: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018, Biologi SMA/MA Kelas X, Utami, R. & Suharyati, D., 2020, Biologi untuk SMA Kelas X, Erlangga.

## **B. Penelitian Terdahulu**

Penelitian Terdahulu adalah perbandingan dan aspirasi bagi peneliti selanjutnya. Berikut adalah satu dari banyak contoh penelitian yang masih terkait dengan penelitian ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti/Tahun	Judul/ Tempat Penelitian	Pendekatan & Analisis	Hasil Penelitian
1.	Nasihudin dan Hariyadin/2021	Pengembangan Keterampilan Dalam Pembelajaran/ Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia	<p><b>Pendekatan yang digunakan dalam penelitian</b> ini adalah pendekatan keterampilan, yang berfokus pada pengelolaan kegiatan belajar mengajar dengan melibatkan siswa secara aktif dan kreatif dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini dianggap paling sesuai untuk menghadapi pertumbuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi yang semakin cepat</p> <p><b>Analisis dalam konteks pendekatan keterampilan mencakup beberapa aspek, antara lain:</b></p> <p><b>1. Keterlibatan Siswa:</b> Siswa terlibat langsung dengan objek nyata, yang mempermudah pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran.</p> <p><b>2. Kemandirian dalam Pembelajaran:</b> Siswa diberi</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan keterampilan dalam pembelajaran memiliki beberapa manfaat, antara lain:</p> <p><b>1. Peningkatan Pemahaman:</b> Siswa terlibat langsung dengan objek nyata, yang membantu mereka memahami materi pembelajaran dengan lebih baik.</p> <p><b>2. Pengembangan Kemandirian:</b> Siswa dapat menentukan sendiri konsep-konsep yang ingin mereka pelajari, yang mendorong mereka untuk berpikir kritis dan aktif dalam proses belajar.</p> <p><b>3. Peningkatan Keterampilan Berpikir:</b> Pendekatan ini melatih siswa untuk bertanya dan terlibat lebih aktif, serta mendorong mereka untuk</p>

			<p>kesempatan untuk menentukan sendiri konsep-konsep yang dipelajari, yang melatih mereka untuk berpikir kritis dan aktif dalam proses belajar.</p> <p><b>3. Metode Ilmiah:</b> Pendekatan ini mendorong siswa untuk belajar menggunakan metode ilmiah, yang melibatkan observasi, pengamatan, dan pengujian hipotesis sebelum melakukan penelitian</p>	<p>menemukan konsep-konsep baru.</p> <p><b>4. Penggunaan Metode Ilmiah:</b> Siswa diberi kesempatan untuk belajar menggunakan metode ilmiah, yang mencakup observasi, pengamatan, dan pengujian hipotesis sebelum melakukan penelitian</p>
2.	H.B.A Jayawardana, Rina Sugiarti Dwi Gita/2020	Inovasi Pembelajaran Biologi di Era Revolusi Industri 4.0/ Gowa/lokasi dari "Prosiding Seminar Nasional Biologi di Era Pandemi COVID-19" yang diadakan oleh Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar	<p>Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif. Penelitian kualitatif bertujuan untuk mengungkap kondisi tertentu dengan cara mendeskripsikan fakta secara benar, menggunakan kalimat-kalimat yang disusun berdasarkan teknik pengumpulan data dan analisis yang relevan, serta didapat dari situasi dan kondisi yang alamiah atau sesuai kenyataan.</p> <p>Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode studi</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran biologi harus melibatkan pendekatan yang aktif dan kontekstual. Pembelajaran biologi tidak hanya berfokus pada teori dan hafalan, tetapi juga harus mengaitkan materi dengan kehidupan nyata peserta didik. Unsur-unsur penting dalam pembelajaran biologi meliputi active learning, discovery/inquiry approach, scientific literacy, constructivism, serta penerapan sains dalam masyarakat</p>

			literatur, yaitu dengan mencari dan menganalisis data yang bersumber dari hasil penelitian terdahulu atau rujukan-rujukan kepustakaan yang relevan, baik secara offline maupun online	Selain itu, pentingnya metode active learning dan cooperative learning ditekankan, di mana keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran sangat diperlukan untuk meningkatkan pemahaman dan penyerapan pengetahuan
3.	Noor Zaini/ 2024	Implementasi <i>Internet of Things</i> (IoT) pada Teknologi Pendidikan 5.0: Menghubungkan Peserta Didik dan Lingkungan Pembelajaran Analisis dalam penelitian ini melibatkan pengumpulan data dan penggunaan algoritma pembelajaran mesin untuk memberikan rekomendasi pembelajaran yang disesuaikan secara individual. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan personalisasi pembelajaran, kolaborasi antar siswa, serta efisiensi dan keamanan lingkungan pembelajaran/ SMK Negeri 1 Perhentian Raja Kampar Riau	Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur yang komprehensif mengenai implementasi <i>Internet of Things</i> (IoT) dalam pendidikan dan Teknologi Pendidikan 5.0. Penelitian ini mencakup konsep dasar IoT, teknologi yang terlibat, manfaatnya dalam konteks pendidikan, serta tantangan dan hambatan yang mungkin muncul dalam implementasinya Analisis dalam penelitian ini melibatkan pengumpulan data dan penggunaan algoritma pembelajaran mesin untuk memberikan rekomendasi pembelajaran yang disesuaikan secara individual. Hal ini	Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi <i>Internet of Things</i> (IoT) dalam Teknologi Pendidikan 5.0 memiliki potensi besar untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran. Beberapa hasil yang diidentifikasi meliputi:  1. Personalisasi Pembelajaran: Dengan data yang terkumpul melalui perangkat wearable dan sensor pintar, pendidik dapat menyediakan pengalaman pembelajaran yang lebih disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing siswa Lingkungan Pembelajaran yang Terhubung: IoT memungkinkan penghubungan berbagai perangkat dalam lingkungan

			bertujuan untuk meningkatkan personalisasi pembelajaran, kolaborasi antar siswa, serta efisiensi dan keamanan lingkungan pembelajaran	pembelajaran, menciptakan pengalaman yang lebih dinamis dan memfasilitasi kolaborasi antar siswa
--	--	--	---	--

### C. Kerangka Pemikiran

Era Revolusi Industri 5.0, dunia pendidikan menghadapi tantangan besar dalam mengembangkan keterampilan yang relevan dengan kemajuan teknologi, terutama keterampilan dalam literasi digital. Salah satu aspek penting dari literasi digital adalah keterkinian, yakni kemampuan untuk mengakses, mengevaluasi, dan memanfaatkan informasi yang aktual, relevan, dan valid. Peserta didik perlu memiliki keterampilan ini agar mampu menyaring informasi yang berguna untuk menunjang proses pembelajaran maupun dalam pengambilan keputusan yang tepat.

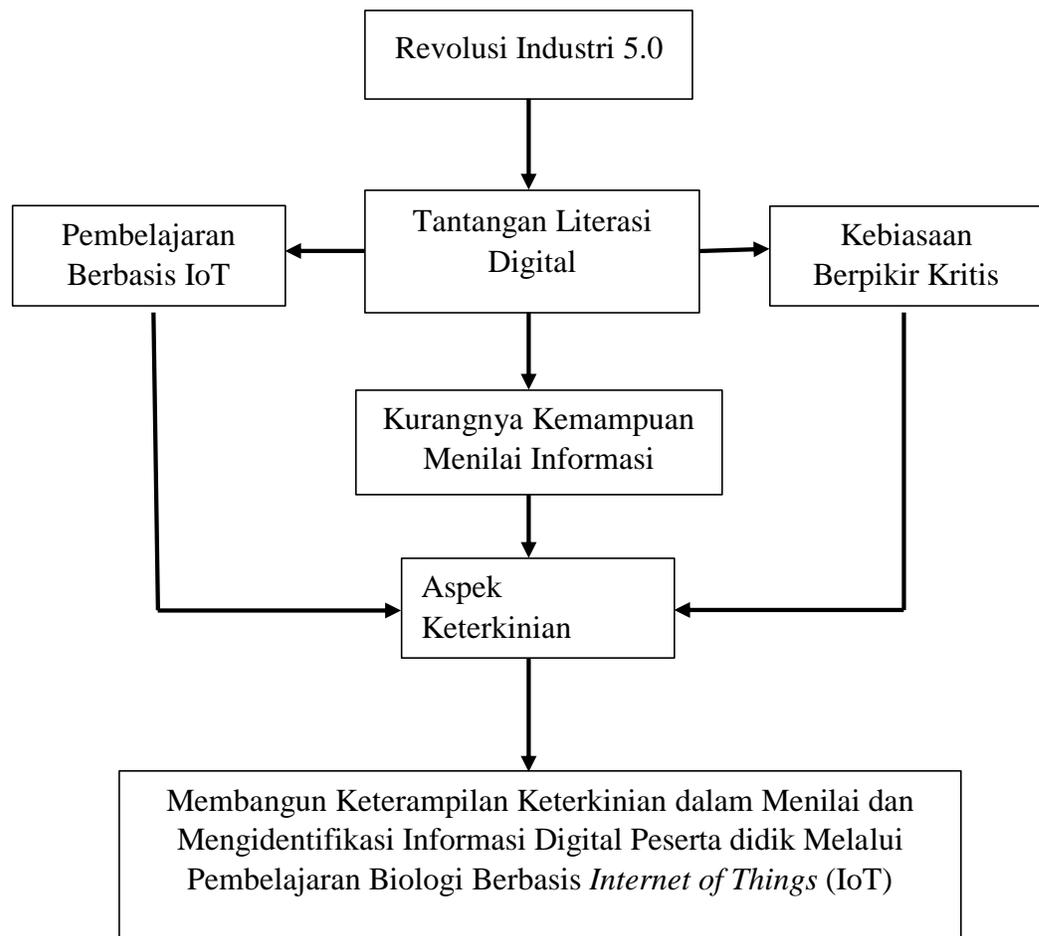
Keterkinian informasi juga menjadi indikator utama dalam pengembangan *Digital Habit of Mind*, sebuah konsep yang menekankan pentingnya kebiasaan berpikir kritis dalam menavigasi dunia digital. Salah satu fokus utama dari konsep ini adalah kemampuan peserta didik untuk mengevaluasi keterkinian informasi yang mereka akses. Namun, kenyataannya banyak peserta didik yang masih belum memiliki kemampuan ini secara optimal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pendekatan pembelajaran yang mendorong pengembangan keterampilan literasi digital secara mendalam dan berkelanjutan.

Menjawab tantangan tersebut, pembelajaran berbasis *Internet of Things* (IoT) muncul sebagai salah satu solusi inovatif. Teknologi IoT memungkinkan peserta didik untuk mengakses data secara real-time dan memberikan pengalaman belajar yang kontekstual serta berbasis bukti. Dalam konteks pembelajaran Biologi, khususnya materi tentang serangga, penggunaan IoT dapat memfasilitasi peserta didik dalam mengumpulkan, menganalisis, dan mengevaluasi data lingkungan secara langsung. Melalui pendekatan ini, peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pelajaran, tetapi juga terlatih untuk menilai keterkinian informasi secara kritis.

Pembelajaran berbasis IoT memungkinkan peserta didik untuk mengevaluasi relevansi, akurasi, dan keterkinian informasi digital secara sistematis. Pendekatan ini bertujuan mengintegrasikan teknologi IoT dengan indikator keterkinian dalam

kerangka *Digital Habit of Mind*. Dengan demikian, fokus pembelajaran tidak hanya terbatas pada penguasaan materi Biologi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan literasi digital yang esensial di era digital.

Pembelajaran berbasis IoT juga diyakini dapat menjadi model yang efektif untuk mengembangkan keterampilan keterampilan dalam menilai informasi digital. Integrasi teknologi canggih dalam pembelajaran sains diharapkan mampu membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis, literasi digital yang kuat, serta kesiapan untuk menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21.



## D. Asumsi dan Hipotesis

### 1. Asumsi

Asumsi yang mendasari penelitian ini adalah bahwa peserta didik saat ini menghadapi tantangan dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital yang relevan dan terkini, terutama di tengah derasnya arus informasi di era digital. Keterampilan keterampilan (currency) menjadi salah satu aspek penting dalam kerangka *Digital Habit of Mind*, yang perlu dikembangkan untuk membantu peserta didik memilah informasi yang valid, relevan, dan sesuai konteks. Materi serangga dipilih sebagai topik pembelajaran karena sifatnya yang konkret, menarik, dan relevan untuk diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), yang dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual. Selain itu, diasumsikan bahwa pembelajaran berbasis IoT mampu memberikan stimulus yang tepat untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan analitis peserta didik, sehingga mereka lebih mampu menghadapi tantangan informasi di era digital.

### 2. Hipotesis

- H<sub>0</sub> : Pembelajaran materi ekosistem berbasis *Internet of Things* (IoT) tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap keterampilan keterampilan dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital peserta didik di SMAN 16 Bandung.
- H<sub>a</sub> : Pembelajaran materi ekosistem berbasis *Internet of Things* (IoT) memiliki pengaruh signifikan terhadap keterampilan keterampilan dalam menilai dan mengidentifikasi informasi digital peserta didik di SMAN 16 Bandung.