

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dinamika kehidupan yang semakin kompleks menuntut manusia untuk lebih siap dalam menghadapi berbagai perubahan yang penuh tantangan. Semakin ke depan, kebutuhan akan berbagai aspek kehidupan, seperti pembangunan ekonomi, teknologi, dan infrastruktur, menjadi semakin mendesak. Namun, pemenuhan kebutuhan tersebut sering kali menimbulkan tekanan terhadap lingkungan. Oleh karena itu, tantangan utama dalam pembangunan adalah bagaimana menyeimbangkan antara upaya memenuhi kebutuhan tersebut dengan menjaga kelestarian lingkungan (Fauzi, 2004). Maka dari itu, UNESCO pada tahun 2015, melalui keterlibatannya dalam Perserikatan Bangsa-Bangsa, ikut merumuskan dan mendorong implementasi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) sebagai agenda global untuk mengakhiri kemiskinan, melindungi bumi, dan memastikan kesejahteraan bagi semua orang pada tahun 2030. UNESCO juga menegaskan untuk bidang pendidikan mengarah pada pendidikan pembangunan berkelanjutan (*Education for Sustainable Development/ESD*) yang bertujuan untuk membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan, nilai, dan sikap yang memungkinkan mereka mengambil keputusan secara bertanggung jawab demi kesejahteraan bersama. *Education for Sustainable Development* (ESD) menjadi pendekatan yang tepat dalam membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang diperlukan untuk berperan aktif dalam pelestarian mendukung SDGs (UNESCO, 2017). ESD dipandang sebagai pendekatan kompetensi tindakan yang bertujuan memberdayakan dan membekali individu untuk mengambil tindakan dalam rangka mengatasi masalah dan tantangan yang kompleks terkait dengan pembangunan berkelanjutan (Sinakou et al., 2019). Dalam hal ini, kompetensi antisipatif (*anticipatory competency*) menjadi salah satu dari tiga kompetensi utama yang dibutuhkan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan, terutama dalam mempersiapkan diri menghadapi masa depan (Rieckmann, 2012).

Kemampuan antisipatif termasuk kedalam kemampuan yang krusial dalam menghadapi tantangan masa depan terkait pembangunan berkelanjutan pada aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan, khususnya dalam keanekaragaman hayati. Kompetensi antisipatif melibatkan kemampuan untuk memprediksi, menilai, dan mempersiapkan tindakan yang baik berdasarkan kemungkinan - kemungkinan di masa depan (Redman & Wiek, 2021). Namun demikian, seperti yang diungkapkan oleh Beagon *et al.* (2023), kehadiran kompetensi antisipatif pada peserta didik sering kali tidak terlihat, peserta didik cenderung tidak menyadari pentingnya kemampuan ini, atau tidak dapat mengartikulusikannya secara langsung, meskipun unsur-unsurnya mungkin sudah tercermin dalam bentuk kompetensi lain. Dan masih terdapat pandangan bahwa kompetensi antisipatif adalah kompetensi yang paling tidak penting bagi pembangunan berkelanjutan (Quelhas *et al.*, 2019). Seperti disebutkan sebelumnya, kompetensi antisipatif adalah salah satu kompetensi utama yang diidentifikasi oleh UNESCO (Kemampuan berpikir masa depan, seperti mengantisipasi dan memperkirakan konsekuensi, menghadapi ketidakpastian dan perubahan masa depan atau membayangkan kemungkinan masa depan dianggap sebagai kompetensi keberlanjutan yang penting (Heiskanen *et al.*, 2016; Rieckmann, 2019).

Maka daris itu, kompetensi ini penting muncul dan disadari oleh peserta didik. Namun, hasil penelitian yang dilakukan oleh Paryumi (2021) di salah satu sekolah menengah atas di Jawa Tengah menemukan bawah sikap mengantisipasi dari peserta didik terhadap *flora* dan *fauna* tergolong rendah (3,31%). Sementara itu, keanekaragaman hayati di Indonesia semakin hilang. keanekaragaman ini terancam oleh berbagai faktor, termasuk kurangnya pengetahuan manfaat keanekaragaman hayati dengan masih rendahnya minat terhadap keanekaragaman hayati (Darmoatmodjo *et al.*, 2024). Kemampuan *anticipatory competency* pada peserta didik sekolah menengah atas dalam menanggapi perubahan iklim melalui *future workshop* tergolong rendah (Nuwangi, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Hasanah (2021) menunjukkan bahwa perlakuan pembelajaran yang diberikan belum memberikan pengaruh signifikan terhadap pengembangan *anticipatory competency* atau kompetensi

antisipatif peserta didik khususnya dalam konteks menghadapi perubahan lingkungan, Hal ini ditandai dengan rendahnya hasil evaluasi belajar siswa setelah mengikuti proses pembelajaran. Kondisi ini menunjukkan bahwa peserta didik belum sepenuhnya mampu mempersiapkan diri untuk menghadapi tantangan masa depan yang berkaitan dengan isu-isu lingkungan yang dinamis dan kompleks. Maka dari itu, penting membangun kompetensi antisipatif peserta yang bertujuan mempersiapkan diri untuk menghadapi permasalahan yang akan terjadi dari kemungkinan-kemungkinan yang terlihat. Seperti pada penggunaan tumbuhan obat yang sedikit demi sedikit mulai mengalami pergeseran minat dari kalangan generasi muda sehingga adanya penggunaan obat kimia yang bersifat *instant* karena kurangnya pengetahuan tumbuhan obat (Roe *et al.*, 2019; Wijayakusuma, 1994). Padahal penggunaan tumbuhan secara tradisional akan menjaga keberadaan tumbuhan yang digunakan. Untuk mencegah hal tersebut generasi muda diharapkan dapat mengantisipasi kehilangan dengan menambah pengetahuan tentang tumbuhan obat (Apriyanti *et al.*, 2023). Hal ini sejalan dengan capaian pembelajaran peserta didik pada kurikulum merdeka pada fase E yaitu peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal salah satunya pada materi keanekaragaman hayati yang semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (SDGs).

*Anticipatory competency* menuntut siswa untuk memiliki pemahaman yang baik dalam Divergen (pemikiran eksploratif yang berujung pada pengungkapan ide-ide dalam menyelesaikan masalah) dan Konvergen (pemikiran yang didasarkan pada analisis tertentu) dalam melihat peristiwa di masa depan (Withycombe, 2010), Kompetensi ini juga dipadupadankan dengan keterampilan komunikasi ilmiah, dikarenakan melatih keterampilan berkomunikasi ilmiah kepada peserta didik menjadikan peserta didik dapat mengungkapkan ide-ide sains yang mereka miliki (Patriot, 2017). Didalamnya mencakup keterampilan proses sains yaitu diantaranya mengamati, mempertanyakan/memprediksi, melakukan penyelidikan, mengevaluasi dan mengkomunikasikan hasil. Kemampuan komunikasi ilmiah sendiri merupakan kemampuan peserta didik untuk mengkomunikasikan hasil temuan dan kajiannya

kepada berbagai kelompok sasaran untuk berbagai tujuan (Samatowa, 2010), Keterampilan ini memungkinkan peserta didik tidak hanya memahami isu-isu lingkungan, tetapi juga mampu menyampaikan gagasan, temuan, dan solusi secara logis, berbasis bukti, serta mudah dipahami oleh berbagai kalangan. Dalam konteks pendidikan berkelanjutan, komunikasi ilmiah menjadi jembatan antara pengetahuan dan aksi nyata. Namun, dari hasil penelitian Sugiarti *et al.* (2015) Kemampuan berkomunikasi ilmiah peserta didik masih rendah disekolah. Dan Keterampilan komunikasi dengan pembahasan ilmiah juga belum sepenuhnya dikembangkan dalam pembelajaran biologi (Itszah, 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ardiansyah (2010) dan Suharnani (2016) menyatakan bahwa apabila dalam pembelajaran siswa pasif dan interaksi komunikasi rendah, maka kesulitan yang dialami siswa tentang materi yang diajarkan tidak akan terlihat jelas. padahal komunikasi ilmiah sangat penting dibangun dikarenakan hasil temuan (Treise & Weigold, 2002) Treise *et al.* (2002) berkomunikasi tentang sains juga memungkinkan untuk berbagi wawasan. Makna pengetahuan ilmiah tidak hanya dibangun oleh kualitas internal atau metode yang dihasilkan, tetapi tergantung pada bagaimana pengetahuan ilmiah bisa dikomunikasikan (Nielsen, 2012). Penggunaan komunikasi ilmiah yang masih pasif menjadi tantangan tersendiri dalam membentuk peserta didik yang tidak hanya memahami isu-isu lingkungan, tetapi juga mampu berperan sebagai agen perubahan melalui kemampuan komunikasi yang baik dan berbasis observasi dan pengamatan langsung. Dengan keterampilan ini, siswa belajar bagaimana menyusun argumen dengan baik, menjelaskan data hasil pengamatan, dan berdiskusi secara ilmiah dengan teman maupun guru. Di era informasi seperti sekarang, keterampilan dan kompetensi menyampaikan ide dan data secara akurat dan jelas menjadi nilai tambah pada karakter seseorang (Harry Saptarianto *et al.*, 2024). Pembelajaran alternatif yang dapat ditekankan adalah pembelajaran diluar ruangan melalui konsep sistem *permaculture* yang dipekerjakan ke siswa. *Permaculture* merupakan gabungan dari kata *permanent* (permanen) dan *culture* (budaya), yang berarti penerapan praktik agrikultur pada lahan untuk menciptakan interaksi antara tumbuhan dan hewan dalam suatu sistem yang berkelanjutan (Holmgren, 2014). Dalam *permaculture* setiap elemen

seperti tanaman, hewan, maupun lingkungan, diatur sedemikian rupa agar saling mendukung satu sama lain, membentuk ekosistem yang produktif atau menghasilkan. Penelitian ini sesuai dengan sasaran pada SDGs-12 pada bagian 12.7 tentang mempromosikan praktik pengadaan umum yang berkelanjutan, sesuai dengan kebijakan dan prioritas nasional (United Nations, 2023). Mempromosikan pengadaan umum yang berkelanjutan di sekolah-sekolah, termasuk penyediaan makanan berbasis sayuran dan buah lokal, juga menjadi langkah strategis yang sesuai dengan kebijakan dan prioritas nasional. Pembelajaran luar ruangan adalah suatu metode edukasi yang dirancang oleh pendidik dengan menggabungkan pengalaman belajar di dalam kelas dengan kegiatan di luar ruangan, dimana siswa diarahkan untuk belajar melalui pemanfaatan lingkungan sekitarnya atau alam terbuka (Vera, 2019).

Pendidikan di luar kelas ini bertujuan agar siswa dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan sekitar, memahami pentingnya keterampilan praktis serta pengalaman hidup di alam, dan mengembangkan rasa penghargaan terhadap lingkungan tersebut (Priest, 1986). Pengalaman langsung yang diperoleh dari pembelajaran di luar kelas diyakini memiliki dampak yang lebih mendalam bagi siswa karena mereka dapat mengamati, mendengar, dan merasakan fenomena lingkungan secara nyata, sehingga meningkatkan minat belajar mereka (Paisley et al., 2008). Menurut Neill & Richards (1998) proses belajar di luar kelas juga berkontribusi pada peningkatan kepercayaan diri, pemahaman tentang diri sendiri, kemampuan bekerja secara tim, serta mendorong sikap yang lebih terbuka, peduli, dan memperkaya perspektif hidup. Dengan mengajarkan materi secara sederhana melalui sistem *permaculture* kepada peserta didik diharapkan terbentuk kemampuan untuk memprediksi dampak hilangnya keanekaragaman hayati serta mengembangkan strategi jangka panjang dalam menjaga keanekaragaman tersebut, sehingga peserta didik dapat terlibat dalam solusi berkelanjutan yang nyata. Melalui proses ini, peserta didik diharapkan juga mampu berpartisipasi dalam solusi berkelanjutan, dengan dukungan kemampuan komunikasi ilmiah. Komunikasi diperlukan Peserta didik untuk dapat menyampaikan hasil pengamatan dan temuan mereka secara logis dan berbasis bukti, baik secara lisan maupun tulisan kepada berbagai pihak, seperti teman sekelas, guru, bahkan masyarakat

sekitar. Komunikasi ilmiah memungkinkan peserta didik menyampaikan ide-ide dan solusi mereka dengan cara yang dapat dimengerti dan diterima oleh orang lain. Pada pembelajaran biologi terutama pada materi keanekaragaman hayati yang melibatkan sistem *permaculture* yang merupakan sistem pertanian berkelanjutan yang digunakan sebagai sumber belajar dimana terdapat 3 pos di dalamnya yaitu pos 1 kebun *permaculture* yaitu merupakan sumber berbagai jenis flora dan fauna yang dapat diidentifikasi, pada pos 2 yaitu aquaponik terdapat berbagai jenis flora dan fauna, peserta didik diperkenalkan peran antar makhluk hidup, peserta didik belajar bagaimana tanaman dan ikan saling bergantung dalam ekosistem yang seimbang di aquaponik. Sistem ini mengajarkan pentingnya pengelolaan limbah dan pemanfaatan sumber daya secara efisien (Stathopoulou et al., 2018; Zidni et al., 2019). Kegiatan ini mendorong peserta didik untuk memahami konsep konsumsi berkelanjutan dan pembangunan berkelanjutan secara nyata (Widjajanti, 2014). Dan di pos 3 *green house* juga terdapat berbagai jenis flora dan fauna. Salah satu fauna yang disediakan adalah larva BSF. BSF (*Black Soldier Fly*) pada pos 3 peserta didik diperkenalkan pengelolaan limbah organik yang ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi limbah dan menghasilkan produk bernilai guna. BSF tidak hanya menghasilkan kompos, tetapi juga menjadi sumber pakan alternatif yang berprotein tinggi (Lopes et al., 2021). Dan Hal ini memperkenalkan peserta didik pada sistem pertanian sirkular dan pentingnya prinsip ekonomi berkelanjutan (Kebli & Sinaj, 2017; Khayrova et al., 2019).

Namun, penerapan pembelajaran di luar lingkungan pada pembelajaran biologi di sekolah masih menghadapi berbagai kendala. Salah satu tantangan utamanya adalah bagaimana agar peserta didik dapat berpartisipasi aktif dan memahami kompleksitas masalah yang terkait dengan keanekaragaman hayati. Untuk menjawab tantangan ini, *eco-gamification* dapat digunakan sebagai alat inovatif. Mengintegrasikan elemen permainan yang fokus pada mengenal ciri-ciri pada berbagai jenis tanaman yang ditemui, dan memberikan informasi yang dibutuhkan dalam mengenal keanekaragaman hayati. Diharapkan peserta didik dapat lebih terlibat dalam proses pembelajaran dan termotivasi untuk menerapkan pengetahuan mereka dalam konteks

dunia nyata (Ulimaz, 2015). Salah satu contoh penerapan *eco-gamification* adalah permainan *Guess me* menggunakan barcode dan teka teki silang, sebuah game edukatif yang mengajak peserta didik untuk mengeksplorasi lingkungan dengan cara yang interaktif. Dalam permainan ini, peserta didik mencari dan memindai barcode yang tersebar di berbagai lokasi, lalu menebak nama flora atau fauna berdasarkan petunjuk yang diberikan. Melalui pendekatan ini, peserta didik tidak hanya belajar mengenali keanekaragaman hayati di sekitar mereka, tetapi juga terlibat langsung dalam aktivitas luar ruangan, meningkatkan keterampilan observasi, dan memperkuat pemahaman ekologis mereka. Namun, penerapan gamifikasi dalam pendidikan formal, khususnya pada mata pelajaran biologi, masih jarang dilakukan dan sebagian besar penelitian gamifikasi cenderung berfokus pada pembelajaran di dalam ruangan (Brady & Andersen, 2021; Lathwesen & Belova, 2021; Macías-Guillén *et al.*, 2021). Gamifikasi dalam pendidikan sendiri masih kurang dimanfaatkan secara optimal (Su & Cheng, 2015). Pengajaran kata dengan menebak dalam permainan dapat menjadi menarik, menyenangkan, dan mengasyikkan untuk peserta didik yang mendorong sikap belajar yang positif terhadap bahasa dan mendorong pembelajar untuk menggunakan pengetahuan linguistik yang mereka peroleh untuk berkomunikasi (Hasanah, 2021).

Berdasarkan observasi pembelajaran biologi di sekolah, capaian peserta didik pada materi Keanekaragaman Hayati hanya mencapai 60% ketuntasan klasikal (Anwar *et al.*, 2021; Ulimaz, 2015) menunjukkan pendekatan yang diterapkan belum sepenuhnya terlaksanakan. Penelitian di Turki juga menemukan bahwa meskipun negara kaya akan keanekaragaman hayati, pendidikan lingkungan di sana belum cukup mengenalkan keanekaragaman hayati kepada peserta didik, menjadikannya kurang bermakna (Erten, 2011). Hal ini berpotensi mengarah pada berkurangnya akses pemanfaatan keanekaragaman hayati, seperti makanan yang semakin tergerus oleh minat generasi muda yang beralih ke produk instan (Roe *et al.*, 2019). Jika pemahaman terhadap keanekaragaman hayati tidak diperkuat, peserta didik akan kekurangan pengetahuan dan keterampilan dalam mengelola serta melestarikan keanekaragaman tersebut (Apriyanti *et al.*, 2023). Kehilangan keanekaragaman tumbuhan pangan berdampak pada kesehatan (Cici Mayani *et al.*, 2023; Roe *et al.*, 2019), sementara tingkat

konsumsi sayuran di Indonesia masih jauh di bawah standar kecukupan yang direkomendasikan WHO (Andri, 2014).

Penelitian ini penting dilakukan karena dapat memberikan solusi terhadap isu keanekaragaman hayati dengan menghadirkan sumber belajar yang inovatif dan relevan. Melalui pembelajaran di sistem *permaculture* yang dibantu dengan *eco-gamification*, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memperkuat implementasi *Education for Sustainable Development* (ESD) di sekolah, khususnya dalam pembelajaran biologi yaitu keanekaragaman hayati. kompetensi antisipatif dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik akan menjadi kunci penting dalam mendukung upaya pelestarian keanekaragaman hayati, serta memastikan bahwa generasi mendatang memiliki kesadaran dan kemampuan untuk menghadapi tantangan keberlanjutan dengan lebih baik.

## 1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diungkapkan sebelumnya, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini ialah “Bagaimana kompetensi Antisipatif, dan keterampilan komunikasi peserta didik meningkat melalui program sistem *permaculture* Berbantuan *eco-gamification* pada materi Keanekaragaman hayati?”

### 1.2.1 Pertanyaan Penelitian

Adapun untuk menjawab rumusan masalah tersebut dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai acuan penelitian yang dideskripsikan sebagai berikut.

1. Bagaimana Keterlaksanaan pembelajaran biologi melalui sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* pada materi keanekaragaman hayati?
2. Bagaimana pengaruh kompetensi antisipatif setelah mengikuti pembelajaran biologi melalui sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* pada materi keanekaragaman hayati?
3. Bagaimana pengaruh keterampilan komunikasi peserta didik setelah mengikuti pembelajaran biologi melalui sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* pada materi keanekaragaman hayati?

4. Bagaimana respon peserta didik terhadap pembelajaran materi keanekaragaman hayati melalui program sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* ?
5. Bagaimana kekuatan dan keterbatasan dari keterlaksanaan pembelajaran materi keanekaragaman hayati melalui program sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* ?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan umum yang ingin dicapai yakni untuk menjelaskan bagaimana kompetensi antisipatif, dan keterampilan komunikasi siswa ditingkatkan melalui program sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* pada materi keanekaragaman hayati. Adapun tujuan spesifik dijelaskan sebagai berikut.

1. Memperoleh informasi mengenai keberhasilan pelaksanaan program sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* pada materi Keanekaragaman hayati.
2. Memperoleh informasi mengenai kompetensi antisipatif peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pelaksanaan program sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* pada materi Keanekaragaman hayati.
3. Memperoleh informasi mengenai keterampilan komunikasi peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pelaksanaan program sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* pada materi Keanekaragaman hayati.
4. Memperoleh informasi mengenai tanggapan peserta didik terkait pelaksanaan program sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* pada materi Keanekaragaman hayati.
5. Memperoleh informasi mengenai kekuatan dan keterbatasan pelaksanaan program sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* pada materi Keanekaragaman hayati.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat yang luas dalam bidang pendidikan, baik dari segi pengembangan teori, penerapan praktis dalam pembelajaran, maupun kontribusinya terhadap kebijakan pendidikan yang berorientasi pada pembangunan berkelanjutan.

1. Secara akademik, penelitian ini memperkaya kajian tentang efektivitas pendekatan *permaculture* berbantuan *eco-gamification* dalam meningkatkan pemahaman peserta didik mengenai keanekaragaman hayati. Dengan menerapkan pembelajaran berbasis pengalaman, peserta didik tidak hanya memperoleh wawasan konseptual tetapi juga kesempatan untuk mengamati langsung interaksi ekosistem. Hal ini memperkuat pemahaman mereka tentang hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya serta menanamkan kesadaran akan pentingnya keberlanjutan dalam pengelolaan sumber daya alam.
2. Secara praktik, hasil penelitian ini memberikan panduan bagi pendidik dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih interaktif dan aplikatif. Integrasi sistem *permaculture* memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya memahami keanekaragaman hayati tetapi juga mempraktikkan prinsip-prinsip keberlanjutan dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan ini juga mendukung pengembangan keterampilan berpikir sistematis, di mana peserta didik diajak untuk melihat hubungan antara faktor lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam konteks keberlanjutan. Selain itu, penggunaan *eco-gamification* dalam pembelajaran meningkatkan keterlibatan dan motivasi peserta didik, sehingga mereka lebih aktif dalam mengeksplorasi konsep-konsep ilmiah secara mendalam.
3. Secara kebijakan pendidikan, penelitian ini menyoroti pentingnya integrasi pembelajaran berbasis lingkungan sebagai bagian dari upaya meningkatkan kualitas pendidikan berkelanjutan. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi sekolah dan pemangku kebijakan dalam mengembangkan program pembelajaran yang mengoptimalkan pemanfaatan lingkungan sebagai sumber belajar. Salah satu langkah konkret yang dapat dilakukan adalah mengembangkan kebun *permaculture* sebagai laboratorium hidup yang mendukung mata pelajaran biologi sekaligus dapat digunakan dalam pembelajaran lintas disiplin ilmu. Selain itu, pendekatan ini sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), khususnya SDG-12 tentang Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab. Melalui pembelajaran *permaculture*, peserta didik diajarkan prinsip-prinsip pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan, seperti pemanfaatan

kembali limbah organik, efisiensi penggunaan lahan, serta praktik pertanian yang ramah lingkungan. Dengan menanamkan konsep ini sejak dini, diharapkan peserta didik dapat mengembangkan pola pikir dan perilaku yang lebih bertanggung jawab dalam penggunaan sumber daya alam di masa depan.

### 1.5. Lingkup Penelitian

Penelitian ini berfokus pada penerapan sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* dalam pembelajaran keanekaragaman hayati untuk mengukur kompetensi antisipatif dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik di tingkat SMA. Lingkup penelitian ini mencakup beberapa aspek utama yang dijelaskan dalam bab-bab berikut:

Bab I Pendahuluan; Membahas latar belakang penelitian mengenai pentingnya pembelajaran keanekaragaman hayati yang berbasis lingkungan, serta peran *permaculture* dan *eco-gamification* dalam meningkatkan kompetensi peserta didik. Selain itu, bab ini memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta batasan penelitian yang menjelaskan ruang lingkup dan keterbatasan studi ini.

Bab II Kajian Pustaka; Menguraikan teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* dalam pembelajaran keanekaragaman hayati untuk mengukur kompetensi antisipatif dan keterampilan komunikasi ilmiah serta penelitian yang relevan.

Bab III Metodologi Penelitian; Menjelaskan pendekatan penelitian yang digunakan, yaitu quasi-experimental design dengan non-equivalent control group design yang mencakup populasi dan Sampel, Lokasi dan Waktu Penelitian, Instrumen Penelitian, Prosedur Penelitian, dan Teknik Analisis Data.

Bab IV Hasil Penelitian; Memaparkan keterlaksanaan kegiatan pembelajaran dari awal pertemuan sampai akhir pertemuan dari kelas eksperimen maupun kelas kontrol. evaluasi hasil *pre-test* dan *post-test* Kompetensi Antisipatif dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah, serta hasil respon peserta didik terhadap Pembelajaran menggunakan *permaculture* dan *eco-gamification* pada kelas eksperimen

Bab V Pembahasan; Menginterpretasikan hasil penelitian dengan mengaitkan temuan empiris dengan teori atau penelitian sebelumnya.

Bab VI Kesimpulan dan Saran; Menyimpulkan temuan utama dari penelitian ini serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

### 1.6. Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian yang dilaksanakan, maka disusun batasan n yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Penelitian ini terbatas pada keterlaksanaan pembelajaran menggunakan sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* sebagai sumber belajar pada materi keanekaragaman hayati. Dalam hal ini, *eco-gamification* berfungsi sebagai tantangan yang harus diselesaikan, di mana kelompok yang berhasil mengumpulkan poin terbanyak akan mendapatkan reward. Meskipun demikian, *eco-gamification* bukanlah instrumen untuk mengevaluasi perkembangan kompetensi dan keterampilan peserta didik, melainkan sebagai alat yang dapat memotivasi, keterlibatan, dan pemahaman peserta didik terhadap konsep-konsep penting dalam keanekaragaman hayati. Sistem *permaculture* yang dilibatkan pada kegiatan praktikum pertama terdiri dari tiga pos pembelajaran: pos kebun *permaculture*, pos aquaponik, dan pos *green house*. Pada kegiatan 3 pos dipandu menggunakan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) untuk membantu peserta didik memahami konsep keanekaragaman hayati secara langsung. Pada praktikum kedua, peserta didik hanya berada pada pos 1 - kebun *permaculture* untuk mengobservasi permasalahan seperti adanya hama, tanaman invasif, *overwatering* dan adanya jamur, lalu peserta didik juga ditugaskan untuk mencari solusi yang relevan. Seluruh proses observasi dan analisis ini dipandu menggunakan lembar petunjuk pembuatan laporan.
2. Kompetensi antisipatif yang diukur dalam penelitian ini terbatas pada lima indikator, yaitu 1) Kemampuan mengerti dan mengevaluasi berbagai kemungkinan serta kebutuhan, 2) Membuat pandangan tentang masa depan, 3) Memiliki prinsip kehati-hatian dalam menyiapkan aksi, 4) Menilai akibat dari suatu tindakan, dan 5) Menangani risiko dari perubahan. Penilaian terhadap kompetensi ini dilakukan melalui asesmen soal respon terbatas dan uraian, yang diberikan sebelum dan

sesudah kegiatan. Oleh karena itu, penelitian ini hanya mengukur lima indikator kompetensi antisipatif dalam konteks pembelajaran di sistem *permaculture* berbantuan *eco-gamification* yang hasilnya masih terbatas pada aspek praktis dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan merancang solusi berbasis observasi, tanpa mengeksplorasi kerangka komponen yang lebih luas mengenai kompetensi antisipatif.

3. Penelitian ini hanya mengevaluasi keterampilan komunikasi ilmiah di pos kebun *permaculture*, tanpa mencakup pos aquaponik dan *green house* dikarenakan keterbatasan alokasi waktu yang tersedia yaitu 1 jam pelajaran, batasan ini ditetapkan agar peserta didik dapat fokus dan kualitas informasi sesuai dengan yang dibutuhkan. Fokus pada keterampilan ini mencakup: (1) pencarian informasi terbatas pada internet tanpa analisis jurnal atau wawancara ahli; (2) membaca ilmiah hanya pada pemahaman dasar tanpa melakukan perbandingan artikel akademik; (3) menulis ilmiah sebatas laporan hasil observasi tidak sampai membuat makalah, esai atau sejenisnya; (4) mendengar dan mengamati melalui diskusi tanpa metode debat atau pembelajaran berbasis video; (5) representasi informasi hanya dalam bentuk naratif tanpa skema atau grafik dikarenakan pengerjaan laporan dengan mengumpulkan informasi dilakukan secara *real-time* dan menyusunnya dalam bentuk skema dan grafik membutuhkan waktu pemahaman dan keterampilan yang lebih lanjut; serta (6) presentasi pengetahuan sebatas lisan tanpa multimedia atau poster. Batasan ini menunjukkan bahwa penelitian belum mengeksplorasi metode komunikasi ilmiah secara lebih luas dan mendalam.