

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan yang berkualitas merupakan langkah strategis untuk meningkatkan mutu murid yang unggul dan berdaya saing. Pendidikan di era modern tidak hanya menyangkut penguasaan konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menerapkan konsep dan teknologi pada kehidupan nyata. Hal ini bertujuan untuk membangun keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam menghadapi era revolusi industri 4.0 dan era *Society 5.0*, salah satunya adalah keterampilan berpikir sistem (*systems thinking skills*). *Systems thinking* termasuk keterampilan esensial abad ke-21 yang sangat penting. Kemampuan ini memungkinkan murid bisa menganalisis lebih bermakna terkait fenomena secara holistik, memahami sebab-akibat (kausalitas) masalah, menciptakan pola hubungan, dan menerapkannya dalam pemecahan masalah dunia nyata (Andriani & Hamdu, 2021; Mambrey *et al.*, 2020; Rustaman, 2021).

Pembelajaran sains harus mencakup keterpaduan antara konsep, unsur, pendekatan holistik, dan pemahaman yang komprehensif. Menurut Bungsu & Rosadi (2020) serta Safitri *et al.* (2025) *systems thinking skills* merupakan gabungan dari kemampuan analitis dan sintetis. Senge (1990) mendefinisikan *systems thinking skills* sebagai disiplin untuk melihat keseluruhan, memahami keterkaitan antarbagian, dan mengenali pola perubahan. Arnold & Wade (2015) mendefinisikan *systems thinking skills* dari berbagai ahli sebagai serangkaian keterampilan analitik yang saling terkait untuk memahami, memprediksi, dan merancang sistem agar

menghasilkan efek yang diinginkan. Menurut Boersma dan Meilinda terkait *framework systems thinking skills* yang diuji di Indonesia, kemampuan ini akan terlihat ketika murid mampu mengidentifikasi struktur/peran, mengenali interaksi (kausalitas), analisis pola atau pemodelan dalam sistem, dan memprediksi/retropeksi akibat interaksi dalam sistem maupun luar sistem. Kemampuan ini sangat strategis dalam membekali murid untuk lebih operasional dan sistematis dalam memecahkan akar masalah, hubungan sebab akibat, dan membuat keputusan/solusi yang baik di masa depan (Ananda *et al.*, 2023; Chaidir, 2024). Akan tetapi, *systems thinking skills* murid Indonesia masih dalam kategori yang rendah.

Penelitian sebelumnya (Nuraeni & Aliyah, 2020; Sadira, 2021) telah mengukur dan menunjukkan bahwa *systems thinking skills* murid SMA di beberapa daerah di Indonesia masih berada pada tingkat rendah. Selain itu, Usman (2022) menyatakan bahwa kemampuan ini masih rendah pada murid jenjang SMA. Effendi *et al.* (2022) dalam penelitiannya menyatakan *systems thinking skills* murid MTs Bandung masih rendah. Penelitian lainnya juga melaporkan *systems thinking skills* murid berada pada kategori rendah dan *intermediate* pada materi biologi maupun IPAS, sehingga masih perlu ditingkatkan (Neliwati, 2022; Alhusein *et al.*, 2023; Mulyadiprana *et al.*, 2024; Habibah *et al.*, 2024; Ekselsa *et al.*, 2023). Hal tersebut dikarenakan desain dan sintaks pembelajaran belum terfokus pada pengembangan indikator *systems thinking skills*, khususnya pada orientasi yang krusial untuk membangun pemahaman sebelum memasuki sintaks berikutnya. Integrasi teknologi inovatif dengan fitur interaktif yang menstimulasi analisis sistem dan hubungan antar konsep masih sangat terbatas dan belum dimaksimalkan.

Dalam kerangka asesmen *Programme for International Student Assessment* (PISA), literasi sains dievaluasi melalui tiga dimensi utama yaitu aspek konten, proses, dan konteks. Pada aspek konten, literasi sains (*scientific literacy*) murid Indonesia saat ini menghadapi tantangan besar yang dibuktikan oleh hasil PISA 2022 di mana skor rata-rata nasional hanya mencapai 383, berada jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 485 (OECD, 2023). Rendahnya capaian ini berakar dari lemahnya aspek proses kognitif murid yang belum terlatih mengaitkan fenomena secara holistik. Pada aspek proses inilah *systems thinking skills* memegang peranan krusial sebagai kemampuan tingkat tinggi (*HOTS*) yang melandasi pemahaman konsep secara mendalam. Keterampilan *systems thinking* memang tidak diukur secara langsung dalam PISA, namun menjadi salah satu kemampuan esensial yang mendukung pencapaian literasi sains karena membantu murid memahami keterkaitan antarkonsep dan hubungan sebab-akibat. Di sisi lain, PISA menuntut adanya aspek konteks nyata melalui isu-isu lokal, yang dalam penelitian ini diakomodasi melalui orientasi etnosains.

Studi pendahuluan dilakukan terhadap 11 guru Biologi SMA di Kabupaten Bangli yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria guru yang mengajar Biologi di SMA, menerapkan Kurikulum Merdeka, memiliki sertifikat pendidik, dan memiliki pengalaman dalam penggunaan bahan ajar Biologi. Berdasarkan hasil angket melalui *Google Form*, diperoleh hasil bahwa sebesar 63,6% guru menyatakan murid memang sudah mampu menghubungkan informasi dari berbagai topik untuk memahami suatu permasalahan biologi secara menyeluruh. Akan tetapi, sebagian besar *systems thinking skills* murid dalam beberapa indikator lain masih dinyatakan belum maksimal, yaitu 72,7% guru

menyatakan murid belum mampu menganalisis sebab-akibat (kausalitas), 98% guru menyatakan murid belum mampu melihat dan menjelaskan pola atau hubungan antarbagian dalam suatu sistem biologis, dan sebesar 81,8% guru menyatakan murid kesulitan melakukan prediksi dan analisis dampak terhadap suatu permasalahan. Hal serupa juga dilaporkan oleh Ekselsa *et al.* (2023) bahwa *systems thinking skills* dalam mengenali struktur dan peran komponen atau subkomponen serta analisis pola/pemodelan sistem masih rendah (*low*).

Studi analisis kebutuhan yang dilakukan pada 11 guru biologi di Kabupaten Bangli juga menyatakan bahwa masih terdapat 63,6% guru yang belum pernah menggunakan model pembelajaran berbasis inkuiri dan 75,5% belum pernah menerapkan model *problem solving* dalam pembelajaran biologi. Seluruh guru mempunyai kendala dalam pembelajaran biologi, seperti keterbatasan waktu, kompetensi, dan menyesuaikan bahan atau media belajar dengan karakteristik murid. Sebesar 27,27% guru menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran didukung dengan bantuan *PowerPoint* yang kurang interaktif dan terbatas pada teks dan gambar saja. Pembelajaran yang disusun belum sepenuhnya sistematis atau dirancang untuk secara eksplisit membangun *systems thinking skills* murid. Pembelajaran biologi seharusnya mengembangkan kemampuan ini secara holistik agar murid memahami hubungan antar komponen dalam sistem kehidupan, menganalisis fenomena kompleks, serta membuat keputusan yang komprehensif dalam konteks dunia nyata (Rachmat *et al.*, 2023; Misriani *et al.*, 2023; Chaidir *et al.*, 2024).

Berdasarkan studi pendahuluan secara empiris, juga dinyatakan bahwa 90,9% guru telah menggunakan modul ajar (cetak), tetapi bukan e-modul interaktif yang

bisa memfasilitasi murid belajar secara mandiri dan tidak terbatas ruang atau waktu. Sebesar 81,8% guru menyatakan bahan ajar yang digunakan umumnya berupa buku pegangan yang disusun Kemendikbudristek dalam bentuk cetak sehingga memiliki keterbatasan pada penyajian materi, kurang variatif, dan memang belum memiliki fitur interaktif seperti soal digital, tautan video, atau umpan balik. Sebagian besar bahan ajar yang digunakan guru bukan hasil pengembangan sendiri (81,81%), melainkan diambil dari internet. Teknologi dalam pembelajaran seharusnya dimaksimalkan untuk mendayagunakan strategi pembelajaran inovatif. Faktor yang menjadi penentu keberhasilan proses pembelajaran atau konstruksi konsep di antaranya adalah integrasi beberapa model inovatif dengan penggunaan media, modul ajar, dan lembar kerja (Setyosari, 2020; Irwanto *et al.*, 2024).

Saat ini kurikulum yang berlaku adalah Kurikulum Merdeka dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Selain itu, diperlukan peningkatan kualitas sumber daya manusia, yaitu guru. Usaha meningkatkan kemampuan guru dalam memberikan pembelajaran perlu menjadi fokus penanganan tersendiri (Kosilah & Septian, 2020). Peningkatan kualitas guru sesuai dengan Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru menyatakan bahwa guru harus dapat menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap dan menggunakan bahan ajar yang relevan sesuai karakteristik murid. Dalam hal ini, elaborasi teknologi dalam pendidikan juga harus dimaksimalkan untuk mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran.

Systems thinking skills dalam hal ini bisa dimaksimalkan melalui sinergitas antara bahan ajar dan model pembelajaran yang tepat serta pendekatan yang mendukung. Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa *systems thinking skills*

bisa ditingkatkan melalui pembelajaran perangkat lunak *Stagecast Creator*, media *articulate storyline* PBL-STEM, proses inkuiri, proyek, dan berbasis masalah (Evagorou, 2009; Rachmat *et al.*, 2023; Ekselsa *et al.*, 2023; Safitri *et al.*, 2025). Hal ini mengindikasikan bahwa *systems thinking skills* murid bisa ditingkatkan dengan merancang bahan ajar, strategi, media, dan model pembelajaran yang inovatif seperti bahan ajar interaktif. Metode pengajaran yang efektif untuk berpikir tingkat tinggi bisa dilakukan dengan perpaduan dua model potensial, seperti mengadopsi penyelidikan yang dipadukan dengan pemecahan masalah untuk mengatasi *systems thinking skills* murid yang masih rendah dan terbatasnya penelitian terkait, sehingga pelatihan kemampuan ini di bidang pendidikan Indonesia perlu dioptimalkan (Nuraeni & Himatul, 2020; Setyosari, 2020; Haniyah & Hamdu, 2022; Irwanto *et al.*, 2024).

Dari paparan sebelumnya diperlukan bahan ajar inovatif, yakni bahan ajar yang efektif dalam mentransfer materi dan efisien dalam penggunaan untuk meningkatkan pemahaman murid secara optimal. Bahan ajar interaktif memungkinkan pengguna untuk berinteraksi langsung dengan materi dan memperoleh umpan balik atas informasi yang disajikan (Wati, 2024). Bahan ajar dikategorikan sebagai interaktif apabila mampu merespons tindakan pengguna dan memuat elemen-elemen seperti teks, gambar, video, ilustrasi, serta soal-soal yang memperjelas konsep pembelajaran. Salah satu bentuk bahan ajar interaktif tersebut adalah e-modul interaktif, yaitu bahan ajar digital yang memadukan berbagai elemen visual dan multimedia seperti teks, grafis, gambar, serta video dalam satu kemasan menarik dengan *Lumi Education* (H5P). Melalui fitur-fitur interaktif seperti *drag and drop*, *image hotspot*, *interactive video*, *branching scenario*, dan

fitur lainnya yang tersedia di *Lumi Education*, murid terlibat aktif dan dapat mengklik, memindahkan, atau mengolah elemen-elemen dalam media yang mendorong pemahaman sistemik untuk eksplorasi hubungan antar komponen, identifikasi sebab-akibat, serta prediksi terhadap perubahan sistem.

Penelitian oleh Hossain (2023), menekankan bahwa sistem multimedia interaktif telah merevolusi lanskap pendidikan dengan menyediakan pengalaman belajar yang menarik. Sejalan dengan itu, penelitian oleh Nurhikmah *et al.* (2021) menunjukkan bahwa pengembangan e-modul interaktif dalam pembelajaran multimedia efektif dalam meningkatkan hasil belajar murid. Selain itu, Frazee *et al.* (2023) menyatakan bahwa modul *e-learning* multimedia memungkinkan murid memperoleh pengetahuan dalam format yang efisien, layak, dan menarik, serta meningkatkan penerapan dalam praktik. Penggunaan bahan ajar interaktif juga dapat meningkatkan keterlibatan murid dan pencapaian akademik dalam proses pembelajaran (Aulia *et al.*, 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan e-modul dan menunjukkan hasil positif terhadap hasil belajar dan literasi sains murid. Rahayu *et al.* (2024) mengembangkan e-modul berbentuk *flipbook* pada materi sistem ekskresi yang meningkatkan hasil belajar kognitif. Penelitian Awwalina & Indana (2022) mengembangkan e-modul berbasis *QR Code* pada materi ekosistem yang efektif dalam meningkatkan literasi sains murid. Secara umum, penelitian atau e-modul sebelumnya memiliki kelemahan, yaitu masih terbatas pada satu bab, belum satu semester, aktivitas interaktif hanya sekedar evaluasi, fitur umpan balik belum terstruktur, interaktivitas belum disimpan dalam *database*, dan variabel *systems thinking skills* belum banyak dikaji dengan optimalisasi teknologi dan bahan ajar.

Selain itu, belum ada pengembangan e-modul berbasis SIPS yang terintegrasi secara sistematis. Penelitian berbasis etnosains memang telah banyak dilakukan, tetapi umumnya masih berfokus pada peningkatan pemahaman konsep, hasil belajar, dan literasi sains sehingga pemanfaatan etnosains sebagai orientasi masalah untuk membangun *systems thinking skills* belum banyak dikaji. Desain pembelajaran pada e-modul sebelumnya juga belum secara eksplisit mengarahkan pengembangan *systems thinking skills*, seperti mengidentifikasi komponen sistem, hubungan sebab-akibat, pola keterkaitan, dan prediksi. Penelitian yang secara khusus mengintegrasikan e-modul interaktif, SIPS, dan etnosains belum dikaji, dimana hal ini menjadi potensi pengembangan *systems thinking skills* murid dalam pembelajaran biologi yang lebih sistematis dan bermakna.

Berdasarkan permasalahan dan pemaparan tersebut, salah satu inovasi yang dapat dilakukan adalah mengembangkan e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) yang berorientasi etnosains. Dibutuhkan sebuah e-modul interaktif yang dikembangkan secara utuh, mencakup materi satu semester, disertai aktivitas belajar interaktif dan terstruktur, serta berorientasi etnosains, sehingga meningkatkan keterlibatan kognitif dan *systems thinking skills* secara efektif. Modul ajar berperan penting dalam mendukung guru melakukan proses pembelajaran. Guru mempunyai peran penting dalam penyusunan perangkat pembelajaran. Kemampuan berpikir guru diasah agar dapat menyusun modul ajar secara bervariasi. Oleh karena itu, pembuatan bahan ajar yang inovatif merupakan kompetensi pedagogik seorang guru yang harus dikembangkan agar metode mengajar guru lebih efektif, efisien, dan pembahasannya tidak keluar dari indikator pencapaian dalam proses pembelajaran (Nesri & Kristanti, 2020).

E-modul (modul elektronik) adalah modul yang didasarkan pada modul fisik dan memungkinkan akses terhadap penggunaan beberapa perangkat elektronik. E-modul yang interaktif memiliki keunggulan dibandingkan dengan bahan ajar konvensional karena menyajikan materi yang lebih menarik melalui fitur multimedia, seperti animasi, simulasi, dan interaksi langsung dengan pengguna. Selain itu, bahan ajar digital interaktif lebih fleksibel untuk diakses kapan dan di mana saja, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. Menurut Akbar *et al.* (2023), prinsip media pembelajaran salah satunya adalah media harus memiliki sifat interaktif untuk mendorong murid untuk terlibat aktif. Adapun manfaat penggunaan e-modul interaktif daripada modul cetak, di antaranya ialah (1) *multiplatform* dengan penggunaan perangkat *handphone*, laptop, dan komputer, (2) memiliki bentuk elektronik sehingga menghemat penggunaan kertas, (3) bersifat interaktif, dan (4) kemenarikan melalui penambahan media video, animasi, visual, dan lain-lain (Lastri, 2023; Wulandari *et al.*, 2021).

Kegiatan pembelajaran pada e-modul interaktif dirancang menggunakan desain SIPS yang memungkinkan murid belajar berpikir kritis dan bernalar ilmiah serta secara aktif menyelidiki, mengajukan pertanyaan, dan menemukan solusi (Jusniar *et al.*, 2023; Yaqin, 2024). Desain pembelajaran SIPS dirancang untuk memaksimalkan potensi pebelajar melalui integrasi *inquiry* dan *problem solving* dengan 7 (tujuh) sintaks, yaitu 1) orientasi dan merumuskan masalah, 2) memahami masalah, 3) menyusun rencana penyelesaian, 4) mengumpulkan data/konsep, 5) menyelesaikan masalah, 6) memeriksa kembali penyelesaian, dan 7) kesimpulan (Jusniar *et al.*, 2023). Proses *inquiry* akan mengonstruksi pengetahuan melalui eksperimen, proses berpikir, dan bertanya. Sedangkan dengan *problem solving*,

murid cenderung lebih aktif dalam berpikir untuk memecahkan masalah. Jusniar *et al.* (2023) menyatakan bahwa desain SIPS memiliki validitas tinggi (93,3%) dan sebagai upaya peningkatan berpikir kritis dan bernalar ilmiah. Landasan pada pembelajaran SIPS didasarkan pada teori psikologi kognitif (Piaget), teori pemrosesan informasi (Gagne), teori konstruktivisme (Piaget dan Vigotsky), dan teori pembelajaran penemuan (Bruner). Penelitian terdahulu melaporkan bahwa integrasi *inquiry* dengan *problem solving* meningkatkan kemampuan pemahaman, motivasi, hasil belajar, berpikir kritis, dan berpikir analitis sehingga menciptakan efektivitas pembelajaran (Dewi, 2016; Lestari *et al.*, 2019; Irwanto *et al.*, 2024).

Pada implementasi pembelajaran SIPS, tahap orientasi adalah tahap penting (krusial) untuk membangun pemahaman awal murid terhadap permasalahan yang kontekstual dan relevan melalui stimulus berupa fenomena, masalah, atau isu yang memicu rasa ingin tahu murid. Orientasi yang kuat bisa dimaksimalkan dengan mengaitkan etnosains sebagai konteks masalah. Etnosains yang dimasukkan sebagai konteks masalah dalam tahap orientasi akan memungkinkan murid untuk mulai mengidentifikasi elemen-elemen sistem dalam permasalahan tersebut secara holistik, seperti mengaitkan informasi dari berbagai aspek dan mengenali keterhubungan antar komponen dalam sistem. Integrasi etnosains terbukti dapat memperkuat kemampuan murid dalam mengaitkan konsep dan menganalisis hubungan antar elemen dalam suatu sistem. Asriyadin (2025) menyatakan bahwa penggunaan etnosains mampu meningkatkan berpikir kritis dan logis dalam memahami keterkaitan konsep. Memasukkan etnosains pada tahap orientasi dalam SIPS dapat menjadi strategi awal yang efektif dalam membentuk dasar *systems thinking skills* murid. Penelitian terdahulu juga melaporkan bahwa etnosains

(kearifan lokal) sebagai sumber dan integrasi dalam model pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konsep, diskusi ilmiah, dan memperkuat nalar logis mereka dalam mengidentifikasi sebab-akibat suatu fenomena (Septiani & Listiyani, 2021; Muyassaroh & Mukhlis, 2023).

Etnosains menghubungkan ilmu pengetahuan dengan kearifan lokal masyarakat setempat. Pembelajaran dengan mengaitkan contoh etnosains bisa dalam bentuk etnosains sosial, ekologi, teologi, dan sumber daya (Atmadja, 2020). Melalui etnosains, murid dapat memahami bagaimana keterkaitan konsep-konsep IPA diterapkan dalam kehidupan secara holistik, terhubung, dan bermakna. Hal ini sejalan dengan arah Kurikulum Merdeka yang mengintegrasikan kajian IPA dengan ranah sosial, ekonomi, dan budaya yang kontekstual dengan kehidupan nyata (Annisa *et al.*, 2021; Kemendikbud, 2022). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pengintegrasian etnosains dalam pembelajaran IPA sudah dilakukan untuk meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan proses, berpikir kritis, minat dan prestasi belajar serta *system thinking skills* murid melalui masalah atau isu-isu lokal (Mukti *et al.*, 2022; Nur *et al.*, 2023; Ismail *et al.*, 2024).

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) berorientasi etnosains sebagai solusi inovatif dalam meningkatkan *systems thinking skills* murid pada pembelajaran biologi di Fase F. Penelitian yang menggunakan desain pembelajaran SIPS belum diteliti keefektifannya pada e-modul interaktif berorientasi etnosains dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem (*systems thinking skills*) pada pembelajaran biologi, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi dunia pendidikan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil studi pendahuluan di atas, masalah yang teridentifikasi adalah sebagai berikut.

1. Rendahnya *systems thinking skills* murid, berdasarkan hasil penelitian terdahulu dan capaian literasi sains pada PISA (2022) yang menunjukkan sebagian besar murid di Indonesia masih berada pada kategori *low*, *intermediate*, dan belum mencapai level minimum pada keterampilan ini.
2. Belum optimalnya pembelajaran biologi di sekolah dalam mengembangkan *systems thinking skills* karena aktivitas pembelajaran cenderung bersifat *teacher centered*, kurang mengintegrasikan pendekatan kontekstual seperti etnosains, dan belum maksimal dalam menciptakan *feedback* pembelajaran.
3. Minimnya penggunaan bahan ajar digital dan interaktif yang mampu mendorong kemandirian belajar, daya tarik, dan fleksibilitas, di mana beberapa bahan ajar belum dilengkapi fitur interaktif, belum menyajikan materi satu semester, dan tidak dirancang secara eksplisit untuk meningkatkan *systems thinking skills*.
4. Belum tersedianya e-modul interaktif yang menggunakan perpaduan Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) disertai etnosains secara terpadu, padahal integrasi ini berpotensi mengembangkan *systems thinking skills* melalui kegiatan investigatif dan pemecahan masalah yang kontekstual atau holistik.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan beberapa permasalahan yang telah teridentifikasi, penelitian ini bertujuan untuk memecahkan permasalahan terkait minimnya pengembangan dan penerapan e-modul interaktif serta efektif dalam meningkatkan *systems thinking*

skills murid yang masih rendah, sehingga penelitian ini berfokus pada pengembangan e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) berorientasi etnosains untuk meningkatkan *systems thinking skills* murid Fase F. Pembatasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian difokuskan pada materi Biologi kelas XI Fase F semester I.
2. Etnosains yang digunakan terbatas pada konteks etnosains budaya Bali.
3. Kemampuan yang dikembangkan dan diukur adalah *systems thinking skills*.
4. Model pengembangan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah ADDIE.
5. Uji efektivitas difokuskan pada materi sistem peredaran darah manusia.

Pembatasan masalah dilakukan agar penelitian lebih terarah sehingga diperoleh kesimpulan yang valid dan mendalam sesuai dengan fokus penelitian.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Bagaimanakah karakteristik e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) berorientasi etnosains?
2. Bagaimanakah validitas e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) berorientasi etnosains?
3. Bagaimanakah kepraktisan e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) berorientasi etnosains?
4. Bagaimanakah efektivitas e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) berorientasi etnosains untuk meningkatkan *systems thinking skills* murid fase F?

1.5 Tujuan Penelitian

1.5.1 Tujuan umum

Pada penelitian ini, tujuan umumnya adalah menghasilkan e-modul biologi interaktif berbasis SIPS berorientasi etnosains yang dapat meningkatkan *systems thinking skills* murid pada fase F.

1.5.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus dalam penelitian ini didasarkan pada rumusan masalah yang telah dipaparkan, yaitu sebagai berikut.

1. Mengetahui karakteristik e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) berorientasi etnosains.
2. Mengetahui validitas e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) berorientasi etnosains.
3. Mengetahui kepraktisan e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) berorientasi etnosains.
4. Mengetahui efektivitas e-modul biologi interaktif berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) berorientasi etnosains untuk meningkatkan *systems thinking skills* murid fase F.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat dalam dua perspektif, yaitu manfaat secara teoretis dan praktis.

1.6.1 Manfaat teoritis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan berupa manfaat terhadap khazanah keilmuan di bidang pendidikan biologi, khususnya pada

pengembangan bahan ajar biologi yang lebih inovatif melalui pengembangan e-modul biologi interaktif berbasis SIPS berorientasi etnosains untuk meningkatkan *systems thinking skills* murid fase F.

1.6.2 Manfaat praktis

a. Bagi murid

E-modul biologi interaktif yang dikembangkan dengan SIPS berorientasi etnosains dapat membantu murid dalam memahami materi secara lebih mendalam dan kontekstual. Modul ini mendorong murid untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran, meningkatkan motivasi, serta menumbuhkan dan mengasah *systems thinking skills*, yang sangat penting dalam memahami keterkaitan antar konsep biologi yang abstrak secara holistik.

b. Bagi guru

Modul ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu media pembelajaran alternatif yang inovatif untuk membantu guru dalam mengimplementasikan pembelajaran biologi yang menekankan pengembangan *systems thinking skills* pada murid. Dengan pendekatan berbasis etnosains, guru dapat menyajikan pembelajaran yang lebih dekat dengan konteks lokal dan budaya murid.

c. Bagi sekolah

Pengembangan e-modul interaktif ini mendukung upaya sekolah dalam meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis kearifan lokal dan berorientasi pada penguatan kompetensi berpikir sistem murid. Hal ini sejalan dengan Kurikulum Merdeka yang adaptif dan mendorong pembelajaran bermakna.

d. Bagi peneliti lain

Penelitian ini dapat digunakan menjadi referensi dan dasar pijakan untuk

pengembangan modul ajar lain yang berorientasi pada penguatan *system thinking skills* dalam pembelajaran biologi. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan riset lanjutan dengan pendekatan, konteks, atau jenjang pendidikan yang berbeda, dan memperkaya inovasi dalam pembelajaran berbasis etnosains.

1.7 Spesifikasi Pengembangan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah “E-Modul Biologi Interaktif Berbasis Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) Berorientasi Etnosains untuk Meningkatkan *Systems Thinking Skills*”. Spesifikasi produk hasil pengembangan yang diharapkan yaitu sebagai berikut.

1. Produk dikembangkan dalam bentuk e-modul digital interaktif dan konten (isi) dalam produk memuat materi pembelajaran biologi kelas XI (Fase F) dalam satu semester.
2. E-modul interaktif bisa diakses fleksibel menggunakan perangkat *smartphone* (android dan iOS) atau laptop (komputer) dalam bentuk *link* atau barcode.
3. E-modul disusun menggunakan desain pembelajaran Strategi *Inquiry Problem Solving* (SIPS) dengan 7 (tujuh) tahapan, yaitu: 1) orientasi dan perumusan masalah, 2) memahami masalah, 3) merencanakan penyelesaian, 4) mengumpulkan data/konsep, 5) menyelesaikan masalah, 6) memeriksa kembali penyelesaian masalah, dan 7) menyimpulkan.
4. E-modul dirancang dengan tampilan visual menarik dan interaktif dengan menggunakan *Lumi Education* (H5P) dan *Canva* serta aplikasi pendukung lainnya.
5. E-modul interaktif disertai navigasi dan fitur interaktif mandiri untuk menunjang

pembelajaran interaktif dan dilengkapi berbagai elemen seperti gambar, video interaktif, kuis dan aktivitas interaktif, diagram, simulasi, serta konten lainnya.

6. Konten ilmiah pada e-modul interaktif terdiri dari materi biologi satu semester, yaitu materi pada bab 1 transpor lintas membran, bab II sistem peredaran darah manusia, dan bab III sistem pencernaan manusia sesuai Kurikulum Merdeka kelas XI Fase F yang dihubungkan dengan konsep etnosains dari budaya Bali sebagai konteks masalah. Masalah yang disajikan bersifat terbuka (*open-ended*), tidak terstruktur (*ill-structured*), belum terdefinisi (*ill-defined*), atau bisa ambigu (*ambiguous*).

1.8 Pentingnya Pengembangan

Pengembangan e-modul biologi interaktif berbasis SIPS berorientasi etnosains sangat penting dilakukan dalam konteks pembelajaran abad-21, terutama untuk mendukung peningkatan keterampilan berpikir sistem (*systems thinking skills*) murid fase F. Keterampilan berpikir sistem merupakan keterampilan kunci yang dibutuhkan murid untuk memahami konsep-konsep biologi secara holistik dan terintegrasi, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kualitas pemahaman dan penerapan ilmu pengetahuan dalam kehidupan nyata.

Inquiry problem solving sebagai strategi dalam pembelajaran aktif yang mengedepankan proses penyelidikan dan pemecahan masalah secara terpadu, memberikan peluang bagi murid untuk lebih aktif dalam proses belajar, mengasah keterampilan berpikir kritis, dan memperdalam pemahaman konsep. Selain itu, orientasi etnosains dalam e-modul ini mengintegrasikan kearifan lokal dan pengetahuan budaya yang relevan dengan materi biologi, sehingga pembelajaran

menjadi lebih kontekstual, menarik, dan bermakna bagi murid serta diharapkan memperkuat *systems thinking skills* murid.

1.9 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1.9.1 Asumsi pengembangan

Asumsi dalam pengembangan e-modul biologi interaktif berbasis SIPS berorientasi etnosains dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Ketersediaan sarana dan prasarana di SMA N 2 Bangli lengkap dan mendukung implementasi media. Kualitas Wi-Fi dengan jaringan lancar akan memperlancar akses atau kinerja media.
2. Murid diperbolehkan membawa *handphone* ke sekolah sehingga bahan ajar interaktif ini akan bisa dioperasikan baik di sekolah maupun di luar sekolah.
3. Guru biologi di jenjang SMA telah terbiasa memanfaatkan media digital dalam pembelajaran dan bersedia menggunakan e-modul sebagai bagian dari proses pembelajaran.
4. Murid Fase F (kelas XI) memiliki kemampuan awal yang cukup dalam memahami konsep dasar biologi sehingga dapat mengikuti pembelajaran melalui e-modul interaktif.

1.9.2 Keterbatasan pengembangan

Keterbatasan dalam pengembangan e-modul biologi interaktif berbasis SIPS berorientasi etnosains dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Pembahasan materi dalam e-modul interaktif ini terbatas pada jenjang SMA kelas XI (Fase F) dalam 1 semester (semester I).
2. Pengujian efektivitas produk dalam penelitian ini hanya dilakukan dengan

mengambil salah satu bab pada materi biologi kelas XI semester 1, yaitu bab II pada materi sistem peredaran darah (sirkulasi) manusia.

3. Etnosains yang diorientasikan pada e-modul interaktif berbasis SIPS terbatas pada etnosains Bali sebagai orientasi masalah pada sintaks pertama.
4. E-modul interaktif dalam penggunaannya memerlukan dukungan perangkat dan akses internet yang memadai untuk mengoptimalkan fitur interaktif yang tersedia.
5. Uji coba produk e-modul interaktif dilakukan secara terbatas pada satu sekolah, yaitu SMA Negeri 2 Bangli.
6. Subjek penelitian pada tahap uji coba dan uji efektivitas masih terbatas pada jumlah sampel yang telah ditentukan.
7. Penelitian ini belum mengukur retensi belajar murid setelah penggunaan e-modul interaktif dalam jangka waktu tertentu.
8. Penelitian ini berfokus pada pengukuran *systems thinking skills*, sehingga belum mengkaji pengaruh e-modul interaktif terhadap keterampilan lain seperti *critical thinking* dan *scientific reasoning*.

1.10 Penjelasan Istilah

1.10.1 E-modul interaktif

E-modul interaktif merupakan perangkat pembelajaran digital yang disusun secara sistematis dan dilengkapi berbagai elemen interaktif, seperti video, animasi, gambar, dan petunjuk pembelajaran. Dengan desain yang menarik dan fleksibel untuk diakses melalui berbagai perangkat dan mendorong keterlibatan aktif, kemandirian, dan kemampuan pemecahan masalah murid (Prihatiningtyas, 2020).

1.10.2 Strategi *inquiry problem solving* (SIPS)

Pembelajaran dengan desain SIPS adalah strategi pembelajaran yang mengonstruksi pengetahuan melalui eksperimen, proses berpikir, dan bertanya sehingga murid lebih aktif serta mampu berpikir untuk memecahkan masalah (Lestari *et al.*, 2019; Yaqin, 2024). SIPS memiliki tujuh tahapan di antaranya 1) orientasi dan merumuskan masalah, 2) memahami masalah, 3) menyusun rencana penyelesaian, 4) mengumpulkan data/konsep, 5) menyelesaikan masalah, 6) memeriksa kembali penyelesaian, dan 7) kesimpulan (Jusniar *et al.*, 2023).

1.10.3 Berorientasi etnosains

Berorientasi etnosains adalah menghubungkan pembelajaran melalui konsep sains yang modern dengan integrasi kearifan lokal, sehingga diharapkan menciptakan pembelajaran yang kontekstual dan bermakna. Pendekatan ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar murid, tetapi juga akan meningkatkan pemahaman murid terhadap konsep IPA, melibatkan murid secara aktif, dan menumbuhkan sikap penghargaan terhadap budaya (Sari & Ernawati, 2025).

1.10.4 *Systems thinking skills*

Keterampilan berpikir sistem (*systems thinking skills*) merupakan pemahaman holistik untuk mengkaji permasalahan dan sistem yang kompleks. Keterampilan ini menekankan interaksi antar komponen sistem dan hubungan kausalitas yang muncul dari interaksi tersebut, sehingga pada prinsipnya mengombinasikan dua kemampuan berpikir, yaitu kemampuan berpikir analisis dan sintesis (Watson *et al.*, 2020; Bungsu & Rosadi, 2021).