

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era Revolusi Industri 4.0 memberikan perubahan yang begitu besar pada kehidupan manusia. Perubahan ini ditandai dengan semakin berkembangnya pemanfaatan robot, *artificial intelligence* (AI), *machine learning*, *biotechnology*, *blockchain*, *internet of things* (IoT), serta *driverless vehicle* di berbagai bidang kehidupan (Kahar *et al.*, 2021). Bidang kehidupan yang terdampak paling signifikan adalah pada bidang pendidikan (Afrianto, 2018). Sebelumnya, proses pembelajaran dilakukan secara manual, kini telah beralih ke sistem yang serba digital dan berbasis internet, seperti *e-library*, *e-learning*, *e-book*, dan lainnya (Fauzan *et al.*, 2021; Ibda, 2018). Menurut Lase (2019), untuk menghadapi perkembangan ini diperlukan pendidikan yang mampu mempersiapkan generasi yang adaptif, inovatif, dan solutif terhadap berbagai tantangan sehingga pendidikan harus menekankan pada pengembangan keterampilan abad 21.

Keterampilan abad ke-21 merujuk pada keterampilan 4C, yaitu *Critical Thinking*, *Creativity*, *Collaboration*, dan *Communication* (Jannah & Atmojo, 2022; Pare & Sihotang, 2023). Keterampilan 4C merupakan empat kompetensi penting yang perlu dikembangkan secara terpadu (Dito & Pujiastuti, 2021). Di antara keterampilan tersebut, keterampilan berpikir kritis dan kreatif memegang peran penting sebagai landasan pengembangan keterampilan komunikasi dan kolaborasi

(Tohani & Aulia, 2022). Keterampilan berpikir kritis dan kreatif perlu ditanamkan sedini mungkin melalui peran aktif sekolah, keluarga maupun masyarakat (Agustin *et al.*, 2023).

Sekolah memiliki tanggung jawab yang besar untuk mengembangkan secara optimal keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa melalui pembelajaran yang aktif dan partisipatif (Marudut *et al.*, 2020). Salah satu mata pelajaran yang memiliki potensi besar dalam merangsang kemampuan berpikir kritis dan kreatif adalah Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). IPA sarat dengan proses observasi, analisis, dan pemecahan masalah berbasis fenomena nyata (Halimah *et al.*, 2023). Dalam pembelajarannya, siswa dituntut untuk menguasai kompetensi dasar berupa pemahaman dan pengembangan pengetahuan konseptual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari serta kemampuan menerapkan metode ilmiah secara sederhana (Anggaraini *et al.*, 2021). Oleh karena itu, peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa menjadi sangat penting di era digital untuk menghadapi berbagai tantangan di masa depan (Cynthia & Sihotang, 2023).

Berpikir kritis merupakan keterampilan kognitif yang melibatkan proses analisis, evaluasi, dan refleksi terhadap suatu konsep berdasarkan informasi, fakta, dan tugas yang tersedia. Keterampilan ini berperan dalam mengembangkan sensitivitas siswa dalam mengidentifikasi sumber permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari secara mandiri, serta mendorong penyelesaian permasalahan secara inovatif (Damayanti *et al.*, 2024). Keterampilan berpikir kritis sangat penting untuk dipahami, diterapkan, dan dikembangkan, guna mengembangkan penalaran logis yang dihubungkan dengan masalah-masalah yang dihadapi (Rahayu & Alyani, 2020). Keterampilan berpikir kritis juga sebagai solusi

masa depan yang harus dimiliki oleh siswa untuk menghadapi berbagai permasalahan dalam kehidupan (Kurniawan & Hidayah, 2021). Keterampilan berpikir kritis dapat mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran serta mampu menguasai dan menyelesaikan permasalahan dengan mengacu pada teori, peristiwa, fakta, dan konsep yang relevan, melalui penerapan solusi yang kreatif dan inovatif.

Keterampilan berpikir kreatif merupakan suatu orientasi berpikir yang bertujuan menghasilkan pemikiran baru, wawasan segar, ide-ide orisinal, maupun karya-karya kreatif (Coleman & Hammen, 1974). Sedangkan menurut Ishlahul *et al* (2023) berpikir kreatif adalah proses berpikir yang berlangsung secara berkelanjutan untuk menghasilkan sesuatu yang autentik dan kreatif, sesuai dengan kebutuhan yang dihadapi. Sejalan dengan Astria dan Kusuma (2023), keterampilan berpikir kreatif dapat diartikan sebagai kapasitas siswa untuk berpikir secara divergen sehingga mampu menemukan dan mengembangkan ide-ide baru yang unik dan orisinal untuk menghasilkan solusi yang tepat dan bernilai. Tingkat keterampilan berpikir kreatif dapat dianalisis melalui pengamatan terhadap empat aspek utama, yaitu kelancaran dalam menghasilkan ide, kelenturan dalam berpikir secara variatif, keaslian dalam menciptakan gagasan yang unik, serta elaborasi dalam mengembangkan dan memperinci ide secara mendalam (Andiyana *et al.*, 2018).

Faktanya, keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Hermayani *et al*, (2015), Nurazizah *et al*, (2017) dan Susilowati *et al*, (2017) yang menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis dan kreatif masih menjadi permasalahan dalam

pendidikan di Indonesia yang ditunjukkan dengan hasil pengukuran skor yang masih rendah. Hasil penelitian oleh *International Association for the Evaluating of Education Achievement* (IEA) dalam *Trends in Mathematics and Science Study* (TIMSS) yang dilakukan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa melalui soal dengan level kognitif tinggi, menggambarkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa Indonesia masih rendah. Hasil studi tersebut menunjukkan siswa Indonesia secara konsisten berada di peringkat bawah yakni peringkat 44 dari 49 negara pada TIMSS 2015 (Hadi & Novaliyosi, 2019). Hasil PISA juga menunjukkan bahwa kualitas pendidikan serta keterampilan berpikir kritis siswa di Indonesia masih tergolong rendah (OECD, 2022).

Dalam kaitannya dengan berpikir kreatif, kenyataan praktis juga menunjukkan keterampilan berpikir kreatif siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Penelitian oleh Kurnia *et al.*, (2021) menyatakan bahwa siswa di Indonesia dalam pembelajaran IPA memiliki skor keterampilan berpikir kreatif pada indikator *Fluency*, *Flexibility*, *Originality*, dan *Elaboration* masing-masing sebesar 39,81%, 45,87% 38,02% dan 35,67% yang berkategori rendah. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Febriyanti & Wulandari (2021), juga mengungkapkan bahwa keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP di Indonesia berada pada kategori rendah.

Rendahnya keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, (1) Penerapan metode pembelajaran di kelas belum membiasakan siswa untuk menghadapi soal-soal yang menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi pada level kognitif C4 hingga C6, yakni menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta (Purnaningsih & Zulkarnaen, 2022; Wayudi *et al.*,

2023), (2) Pelaksanaan pembelajaran cenderung berfokus pada guru melalui metode ceramah, sehingga siswa hanya pasif sebagai pendengar (Adnyani *et al.*, 2018; Yulianti, 2017), (3) Minimnya motivasi belajar, yang disebabkan oleh kurangnya fasilitas pembelajaran serta terbatasnya media pembelajaran IPA (Hulu *et al.*, 2024), (4) Rendahnya keterlibatan siswa dalam pembelajaran disebabkan oleh kurangnya pemanfaatan media pembelajaran yang interaktif, menarik, dan adaptif terhadap karakteristik gaya belajar siswa masa kini yang cenderung responsif terhadap penggunaan media digital (Karimah *et al.*, 2025), (5) Guru belum mengaitkan konsep-konsep sains dengan realitas kehidupan sehari-hari serta belum mengintegrasikan kearifan lokal dalam proses pembelajaran, padahal pendekatan kontekstual berperan penting menjadikan pembelajaran sains lebih bermakna dan relevan bagi siswa (Safitri *et al.*, 2023). Kondisi ini menunjukkan perlunya sebuah inovasi pembelajaran yang mampu memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa.

Sejumlah inovasi pembelajaran telah dilakukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah pengembangan media pembelajaran berbasis digital, seperti buku digital (Sutanto *et al.*, 2022). Buku digital atau *E-book* merupakan salah satu media literasi yang disajikan dalam format digital tanpa dicetak di atas kertas, sehingga lebih praktis, ramah lingkungan, dan mendukung proses pembelajaran yang efektif (Ari *et al.*, 2023). Buku digital memiliki peran strategis dalam mendukung proses pembelajaran yang menawarkan berbagai keunggulan sebagai media pembelajaran, salah satunya adalah kemampuannya dalam meningkatkan produktivitas siswa

dalam mengakses dan memahami materi secara fleksibel dan efisien (Sofyan & Listiawan, 2019).

Dalam penerapannya, buku digital yang tersedia saat ini masih memiliki keterbatasan, seperti penyajian materi dan video pembelajaran yang pasif tanpa disertai elemen interaktif (Aprilia *et al.*, 2021; Hasbiyati *et al.*, 2022). Hal ini menyebabkan rendahnya keterlibatan siswa dalam proses belajar. Disamping itu, konten buku digital umumnya tidak mengaitkan materi pembelajaran dengan konteks kearifan lokal, sehingga pembelajaran terasa kurang relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa. Berdasarkan temuan tersebut, dibutuhkan pengembangan buku digital yang tidak hanya menyampaikan materi secara informatif, tetapi juga mampu meningkatkan motivasi dan partisipasi aktif siswa (Haqqe *et al.*, 2021; Wonda *et al.*, 2022).

Salah satu alternatif yang potensial adalah mengembangkan buku digital berbasis game yang terintegrasi dengan kearifan lokal (*etnosains*), atau yang disebut dengan *game-etnosains*. Buku digital ini diyakini dapat membuat proses belajar menjadi lebih menarik, interaktif, kontekstual, dan bermakna, sekaligus mendorong berkembangnya keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa secara optimal. *Game-etnosains* merupakan pendekatan pembelajaran inovatif dalam pembelajaran yang menggabungkan permainan digital berbasis coding dengan kearifan lokal, dalam hal ini budaya Bali. Pembelajaran berbasis game adalah permainan yang dirancang secara khusus untuk merangsang kemampuan berpikir, termasuk meningkatkan konsentrasi serta keterampilan dalam memecahkan masalah (Damarjati & Miatun, 2021). Selaras dengan temuan Ulimaz *et al.* (2024) dan Masykhur (2020) pembelajaran berbasis game terbukti efektif dalam

meningkatkan motivasi belajar siswa karena memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan, menantang, dan interaktif, sehingga siswa dapat belajar tanpa merasakan tekanan yang berlebihan.

Untuk mempermudah penyusunan alur cerita dan elemen-elemen koding dalam game ini memanfaatkan bantuan kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI). Dengan AI, penyusunan koding tampilan visual dan alur permainan dapat diatur secara otomatis dan efisien. AI merupakan bagian dari ilmu komputer yang berfokus pada perancangan sistem komputer yang memiliki kecerdasan layaknya manusia, yaitu sistem yang mampu berpikir, mengambil keputusan, dan menyelesaikan masalah secara mandiri (Barr & Feigenbaum, 1982). Dengan kemampuan tersebut, AI dapat menghasilkan koding secara otomatis hanya dengan deskripsi singkat mengenai elemen visual atau animasi yang diinginkan, sehingga AI akan menghasilkan skrip pemrograman yang sesuai (Tjahyanti *et al.*, 2022). Hal ini memungkinkan pengembangan game yang tidak hanya menarik, tetapi juga adaptif terhadap gaya belajar siswa, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Game dirancang dalam bentuk mode petualangan, siswa diajak untuk memecahkan berbagai tantangan yang berbasis kearifan lokal guna melanjutkan ke level berikutnya. Pendekatan ini tidak hanya membuat pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan menyenangkan, tetapi juga secara langsung melatih keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa dalam memecahkan masalah (Fajriani *et al.*, 2023). Model pembelajaran berbasis etnosains merupakan rekonstruksi sains asli melalui penataan ulang atau penerjemahan pengetahuan lokal ke dalam konsep-konsep sains modern (Lidi *et al.*, 2022). Dengan demikian, perpaduan antara game digital,

etnosains, dan AI dalam pembelajaran IPA memiliki potensi besar untuk menciptakan pengalaman belajar yang bermakna, inovatif, dan relevan dengan kehidupan siswa.

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan buku digital, media game, dan pembelajaran etnosains secara terpisah. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Syuryani & Rachmadiarti (2020) menunjukkan bahwa e-book interaktif pada materi keanekaragaman hayati mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Aprilia (2021) pada penelitiannya juga menyatakan bahwa media sains flipbook berbasis kontekstual efektif meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa yang ditunjukkan oleh hasil uji t dengan nilai signifikansi kurang dari 0,05. Sementara itu, Manggul *et al*, (2025) melaporkan bahwa pendekatan etnosains efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, yang ditunjukkan oleh peningkatan rata-rata nilai dari 16,83 pada *pretest* menjadi 98,33 pada *posttest* dengan nilai N-Gain sebesar 0,9807 yang termasuk kategori tinggi. Sejalan dengan hal tersebut, Nuralita & Reffiane (2020), menyatakan bahwa pendekatan etnosains efektif diterapkan karena mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Pada aspek game edukasi, Saputra (2021) menyimpulkan bahwa penggunaan game edukasi adventure berbantuan online HOTS test berpengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Nurkhaliza *et al* (2025), juga menyatakan bahwa integrasi game interaktif dengan model inkuiri mampu menciptakan pembelajaran IPA yang lebih menarik dan mendorong pengembangan keterampilan berpikir kreatif siswa. Namun, kajian yang mengintegrasikan buku digital berbasis game-etnosains dengan bantuan AI untuk meningkatkan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP masih terbatas, khususnya pada konteks budaya Bali.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan awal yang dilakukan pada tanggal 11 November 2025 melalui penyebaran kuesioner melalui *google form* kepada 44 guru IPA yang tersebar di Kabupaten Badung, Kota Denpasar, Kabupaten Buleleng, Kabupaten Jembrana, dan Kabupaten Klungkung, diperoleh hasil bahwa 71% guru sudah menerapkan pembelajaran berbasis digital, namun dalam penerapannya 60% guru masih melaksanakan pembelajaran dengan metode ceramah, dan hanya 26% guru yang menerapkan pembelajaran berbasis game. Di samping itu 44% guru menyatakan bahwa media digital yang mereka gunakan saat ini belum cukup mendukung pembelajaran IPA secara maksimal, bahkan 53% menilai bahwa media digital yang digunakan belum efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Temuan ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk mengembangkan media pembelajaran digital yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga mampu memfasilitasi proses berpikir tingkat tinggi dan kontekstual.

Melihat berbagai pemaparan sebelumnya, maka dipandang penting untuk mengembangkan sebuah media pembelajaran inovatif yang mampu merespons tantangan dan kebutuhan di lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan buku digital berbasis *game-etnosains* yang didukung dengan pemanfaatan AI guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP). Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi game berbasis Twine, konteks etnosains Bali, dan pemanfaatan AI dalam pengembangan buku digital IPA yang dirancang untuk melatih keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa. Seluruh gagasan tersebut dirumuskan dalam judul penelitian: “*Pengembangan Buku Digital Berbasis Game-Etnosains dengan*

Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) untuk Meningkatkan Berpikir Kritis dan Kreatif dalam Pembelajaran IPA SMP.”

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut.

1. Keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP rendah.
2. Penerapan metode pembelajaran yang monoton dan belum membangkitkan kemampuan pemecahan masalah, serta menempatkan pembelajaran yang berpusat pada guru.
3. Kurangnya keterkaitan pembelajaran IPA dengan lingkungan dan mengintegrasikan dengan kearifan lokal Bali sehingga pembelajaran tidak kontekstual.
4. Media pembelajaran yang digunakan tidak interaktif sehingga belum bisa membangkitkan keaktifan dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.
5. Kurangnya sumber belajar seperti buku digital yang interaktif dan menyenangkan yang dapat berdampak kepada keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah penelitian, maka permasalahan dalam penelitian ini dibatasi hanya pada media pembelajaran digital yang tidak interaktif dan kurangnya mengaitkan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari yang

menyebabkan rendahnya keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa dalam pembelajaran IPA. Berdasarkan identifikasi masalah, permasalahan tersebut merupakan masalah yang strategis untuk dipecahkan sehingga masalah teridentifikasi lainnya turut terpecahkan. Atas dasar itu, penelitian ini fokus pada pengembangan buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pembelajaran IPA. Pengembangan produk menggunakan model 4D oleh Thiagarajan yang terdiri atas tahap *define*, *design*, *develop* dan *disseminate*. Pada penelitian ini, pengembangan hanya dilakukan sampai tahap *develop*, karena keterbatasan waktu penelitian, sehingga tahap *disseminate* tidak dapat dilakukan.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimanakah karakteristik buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI dalam pembelajaran IPA?
2. Bagaimanakah validitas buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pembelajaran IPA SMP?
3. Bagaimanakah kepraktisan buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa dalam pembelajaran IPA SMP?

4. Bagaimanakah efektivitas buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI dibandingkan dengan buku digital tanpa game-etnosains dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP?

1.5 Tujuan Penelitian dan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, penelitian dan pengembangan ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pembelajaran IPA SMP.
2. Menganalisis tingkat kevalidan buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pembelajaran IPA SMP.
3. Menganalisis tingkat kepraktisan buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif dalam pembelajaran IPA SMP.
4. Menganalisis efektivitas buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI dibandingkan dengan buku digital tanpa game-etnosains dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa SMP.

1.6 Manfaat Penelitian dan Pengembangan

Hasil dari penelitian dan pengembangan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, adapun manfaat dari penelitian ini terdiri dari manfaat teoritis dan manfaat praktis, sebagai berikut.

1.6.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan inovasi terhadap pengembangan buku digital yang inovatif dan interaktif serta dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa dalam pembelajaran IPA di SMP.

1.6.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis penelitian ini berlaku bagi siswa, guru, sekolah dan peneliti lain.

1. Bagi siswa

Penggunaan buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI sebagai tambahan sumber belajar yang dapat membuat siswa lebih aktif dan produktif dalam memahami konsep-konsep IPA secara lebih mendalam melalui keterkaitan kearifan lokal (etnosains) serta dapat diakses di mana saja.

2. Bagi Guru

Penggunaan buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI sebagai referensi tambahan bahan ajar yang inovatif, interaktif dan kontekstual untuk mendukung proses pembelajaran IPA di era digital dan menjadi alternatif solusi dalam menyelesaikan masalah rendahnya keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa.

3. Bagi Sekolah,

Pengembangan buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran IPA, menunjang tercapainya target kurikulum, serta dapat menambah pustaka sekolah yang nantinya digunakan sebagai sumber belajar tambahan.

4. Bagi Peneliti lain

Pengembangan buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI dapat menjadi referensi dan acuan dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis game-etnosains atau penelitian sejenis yang berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa lebih inovatif sehingga mampu berkontribusi dalam pendidikan, utamanya pada pembelajaran IPA di SMP.

1.7 Spesifikasi Pengembangan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa buku digital berbasis permainan (*game based e-book*) dengan memanfaatkan platform Twine, sebuah perangkat lunak *open source* yang berbentuk *storytelling non-linier* digital yang memungkinkan pemain menentukan alur cerita melalui pilihan-pilihan tertentu. Produk ini dirancang sebagai media pembelajaran IPA untuk kelas IX semester II, dengan fokus pada penyajian materi yang menyenangkan, interaktif, dan kontekstual.

Adapun spesifikasi pengembangan produk adalah sebagai berikut.

1. Buku digital dikembangkan dalam bentuk permainan edukatif interaktif yang dapat diakses secara daring *smartphone* maupun laptop, sehingga fleksibel digunakan kapanpun dan dimanapun oleh siswa maupun guru.

2. Produk dibangun menggunakan Twine, yang mendukung pengembangan game interaktif berbasis teks dengan elemen pemrograman sederhana (*html/CSS/JavaScript*), memungkinkan integrasi multimedia dan kuis di dalam alur cerita.
3. Pengembangan alur cerita memanfaatkan AI yaitu ChatGPT sehingga ide cerita, karakter, dan konflik yang kompleks dapat disusun dengan menarik, interaktif dan efisien.
4. Buku digital dirancang dengan tampilan visual yang menarik dan *user friendly*, menggabungkan unsur grafis, warna yang sesuai, dan navigasi yang mudah dipahami oleh siswa tingkat SMP.
5. Materi yang disajikan berfokus pada materi IPA kelas IX semester II yang telah disesuaikan dengan capaian pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka. Setiap topik disajikan secara naratif dalam bentuk alur permainan, sehingga siswa terdorong untuk berpikir kritis, kreatif, dan mengambil keputusan dalam menyelesaikan tantangan-tantangan ilmiah.
6. Salah satu ciri khas produk ini adalah integrasi kearifan lokal Bali ke dalam konten sains. Konsep-konsep ilmiah dikaitkan dengan praktik budaya, lingkungan, dan pengetahuan tradisional masyarakat Bali, guna menjadikan pembelajaran lebih kontekstual dan bermakna bagi siswa.
7. Buku digital berbasis permainan ini dirancang tidak hanya untuk menyampaikan materi, tetapi juga untuk melatih keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa, melalui konteks budaya dan sains serta mengeksplorasi alternatif solusi dalam menyelesaikan berbagai tantangan.

1.8 Asumsi dan Keterbatasan Penelitian dan Pengembangan

Penelitian dan pengembangan buku digital berbasis game-etnosains dengan pemanfaatan AI ini memiliki asumsi dan keterbatasan. Adapun asumsi dari penelitian dan pengembangan ini sebagai berikut.

1. Siswa sudah memiliki kemampuan dasar dalam mengoperasikan perangkat digital, buku digital dan internet. Kemampuan ini adalah modal utama untuk dapat mengakses buku digital berbasis game-etnosains.
2. Sekolah memiliki fasilitas pendukung seperti laptop atau komputer serta jaringan wi-fi untuk menunjang pembelajaran IPA berbasis digital.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan dalam proses pengembangan dan implementasi produk, di antaranya sebagai berikut.

1. Produk buku digital berbasis game-etnosains dikembangkan melalui platform Twine, sehingga ketersediaan jaringan internet akan memengaruhi akses buku digital berbasis game-etnosains melalui *smartphone* atau laptop, sehingga efektivitasnya akan berbeda dilingkungan yang dengan fasilitas terbatas.
2. Uji efektivitas buku digital berbasis game-etnosains untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif tidak dapat dilakukan pada seluruh materi IPA kelas IX tetapi hanya dapat dilakukan pada salah satu materi saja.
3. Ruang lingkup subjek penelitian hanya melibatkan siswa di sekolah tertentu yaitu SMP Negeri 5 Denpasar sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan secara luas.
4. Penelitian ini tidak mengukur faktor lain di luar keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa.

5. Penggunaan model pengembangan 4D hanya melalui tahap *define*, *design* dan *develop*, sedangkan tahap *disseminate* tidak dilakukan mengingat keterbatasan waktu penelitian.

1.9 Penjelasan Istilah

Untuk menghindari kesalahpahaman terhadap istilah-istilah dalam penelitian ini, perlu diuraikan definisi operasional sebagai berikut.

1. AI merupakan sistem komputer yang memiliki kecerdasan layaknya manusia yang dapat melaksanakan tugas-tugas yang biasanya dilaksanakan oleh cara berpikir manusia seperti pemecahan masalah, berpikir logis, membuat keputusan dan pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini AI yang digunakan adalah ChatGPT yang dapat menghasilkan ide, penjelasan, dan bahkan kode pemrograman yang sederhana melalui percakapan.
2. Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan siswa dalam memahami dan menjelaskan informasi (*interpretation*), menelaah hubungan sebab akibat (*analysis*), mengevaluasi keabsahan informasi (*evaluation*), menarik kesimpulan logis (*inference*), serta mampu memberikan penjelasan atau argumentasi (*explanation*) secara logis dan sistematis.
3. Keterampilan berpikir kreatif merupakan keterampilan siswa dalam menghasilkan gagasan secara lancar (*fluency*), menemukan solusi yang inovatif dan autentik (*originality*), menunjukkan keluwesan dalam berpikir (*flexibility*), serta menyelesaikan permasalahan secara terstruktur dan mendalam (*elaboration*).