

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam rangka mencapai masa depan yang berkelanjutan, Perserikatan Bangsa-Bangsa (2015) menyatakan Agenda Pembangunan Berkelanjutan sebagai usaha untuk mengatasi tantangan sosial dan lingkungan yang kompleks saat ini dan di masa depan. Agenda Pembangunan Berkelanjutan yang digagas oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) pada tahun 2015, yang dikenal dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), bertujuan untuk mengatasi berbagai permasalahan yang mengancam masa depan bumi dan penghuninya. Salah satu pilar utama dari SDGs adalah pendidikan berkualitas untuk semua (SDG 4), yang berperan sebagai landasan untuk mewujudkan dunia yang lebih adil dan berkelanjutan. Dalam konteks ini, Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) memiliki peran yang sangat penting (Eliyawati et al., 2023; UNESCO, 2018). ESD berfokus pada pembentukan individu yang tidak hanya memiliki pengetahuan yang mendalam, tetapi juga mampu mengambil tindakan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab terhadap aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan (Segera, 2015).

ESD dapat membantu mencapai berbagai tujuan SDGs lainnya, seperti yang tercermin dalam SDG 12 yang berfokus pada konsumsi dan produksi berkelanjutan, SDG 13 yang mengatasi perubahan iklim, dan SDG 14 dan SDG 15 yang berkaitan dengan keberlanjutan ekosistem perairan dan daratan. Namun, meskipun konsep ESD telah diterima secara luas, penerapan pendekatan ini dalam sistem pendidikan masih terhambat oleh berbagai kendala (Nisya & Hamdu, 2021; Purnamasari & Nurawaliyah, 2023; Wahyuni & Novita, 2024). Salah satunya adalah keterbatasan dalam mengintegrasikan ESD ke dalam kurikulum dan pembelajaran yang ada, khususnya dalam mengembangkan kemampuan berpikir sistem yang merupakan kompetensi esensial bagi peserta didik di abad ke-21 (Haniyah & Hamdu, 2022; Misriani et al., 2023).

Berpikir sistem, atau *system thinking*, adalah kemampuan untuk memahami dan menganalisis suatu masalah atau fenomena secara menyeluruh, dengan melihat hubungan antara berbagai elemen yang saling terkait dalam sistem yang lebih besar (Evagorou et al., 2009; Verhoeff et al., 2018; York et al., 2019). Berpikir sistem menyadari bahwa elemen-elemen dalam suatu sistem saling terkait dan memengaruhi satu sama lain, sehingga perubahan pada satu elemen dapat berdampak pada elemen lainnya (Kasser & Mackley, 2008; Shaked & Schechter, 2020; York et al., 2019). Dalam konteks ESD, kemampuan berpikir sistem ini sangat penting, terutama dalam mengatasi masalah lingkungan yang kompleks dan saling berhubungan, seperti isu sampah. Berpikir sistem memungkinkan peserta didik untuk melihat dampak dari sampah tidak hanya dari sisi lingkungan, tetapi juga dari aspek sosial dan ekonomi, serta untuk merumuskan solusi yang berkelanjutan. Kemampuan berpikir sistem ini dianggap sebagai keterampilan yang sangat penting di abad ke-21, karena dunia semakin menghadapi tantangan yang memerlukan solusi yang terintegrasi dan bermuatan sistem (Clark et al., 2017)

Namun, meskipun pentingnya berpikir sistem telah banyak diakui, penerapannya dalam pendidikan di Indonesia masih terbatas. Berdasarkan hasil analisis bibliometrik yang dilakukan Haryanto et al. (2023) pengembangan kemampuan berpikir sistem dalam pembelajaran IPA di Indonesia masih sangat rendah dibandingkan dengan negara-negara lainnya. Sebagian besar pendekatan pendidikan di sekolah cenderung berfokus pada penyampaian fakta-fakta saja dan kurang dalam menghubungkan informasi tersebut dalam konteks yang lebih besar. Hal ini menyebabkan peserta didik kesulitan dalam mengembangkan pemahaman yang utuh dan sistemik terhadap isu-isu kompleks, termasuk isu lingkungan. Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang seharusnya dapat menjadi wadah untuk mengembangkan kemampuan berpikir sistem, masih sering kali berfokus pada penguasaan konsep-konsep terpisah tanpa mempertimbangkan hubungan antar konsep tersebut (Assaraf et al, 2013; Misriani et al., 2023). Penelitian Hrin et al. (2016) menegaskan bahwa proses pemahaman peserta didik dapat dipercepat dengan mengaitkan konsep-konsep yang ada. Kemampuan berpikir sistem yang melibatkan kemampuan peserta didik untuk menghubungkan konsep satu dengan

yang lain menjadi sangat penting dalam mempermudah proses pengaitan materi satu dengan materi lainnya. (Schuler et al., 2018) mengungkapkan bahwa berpikir sistem sangat berkontribusi dalam mengembangkan pemahaman peserta didik terhadap sistem kehidupan yang dinamis.

Kemampuan berpikir sistem dianggap berperan penting dalam dunia pendidikan, mengingat bahwa pembelajaran saat ini masih lebih fokus pada penyampaian pengetahuan secara umum, tanpa memperhatikan hubungan sistemik didalamnya. Ini menunjukkan pendekatan pendidikan yang cenderung hanya menyajikan informasi dalam bentuk yang terpisah satu sama lain, tanpa mempertimbangkan bagaimana fakta-fakta tersebut saling terkait atau dapat membentuk suatu sistem atau gambaran keseluruhan (Yusuf, 2022). Sebaliknya, pendidikan yang mempertimbangkan hubungan sistemik dan proses seiring waktu lebih mendorong pemahaman yang komprehensif dan terintegrasi (Arnold & Wade, 2017; Spivack, 2021). Meskipun diakui sebagai hal yang penting, penerapan berpikir sistem dalam konteks pendidikan masih cukup terbatas (Gilissen et al., 2020; Spivack, 2021).

Masalah ini didukung oleh fakta bahwa bahan ajar yang digunakan di sekolah belum mendukung pengembangan kemampuan berpikir sistem. Banyak bahan ajar IPA yang ada tidak dirancang untuk mengintegrasikan konsep-konsep ESD atau tidak cukup menggali hubungan antar konsep yang relevan dengan isu-isu keberlanjutan. Hasil analisis bibliometrik Haryanto et al. (2023) juga menunjukkan integrasi kemampuan berpikir sistem kedalam pembelajaran termasuk bahan ajar IPA sangat rendah. Dalam wawancara penulis pada bulan Oktober 2023 dengan beberapa guru SMP di Sumatera barat dan Jawa Barat juga ditemukan bahwa pengetahuan mereka tentang ESD masih sangat terbatas dan mereka belum sepenuhnya memahami bagaimana cara mengintegrasikan pendekatan ini dalam pembelajaran, terutama untuk mengembangkan kemampuan berpikir sistem peserta didik. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan antara teori dan praktik pendidikan, di mana banyak guru yang tidak memiliki pengetahuan dan media yang memadai untuk mengimplementasikan ESD dalam pembelajaran mereka.

Selain itu, tantangan besar lainnya adalah minimnya sumber belajar atau bahan ajar yang berkualitas yang dapat membantu guru dalam menerapkan ESD dengan fokus pada pengembangan keterampilan berpikir sistem. Buku pelajaran yang ada sebagian besar tidak mendukung pengembangan kemampuan berpikir sistem, dan lebih sering berfokus pada penyampaian fakta-fakta tanpa mengaitkannya dalam konteks yang lebih luas. Ini menjadi tantangan besar bagi guru dalam menciptakan lingkungan belajar yang mendukung pengembangan keterampilan berpikir sistem di kalangan peserta didik (Palmberg et al., 2017).

Di sisi lain, masalah sampah di Indonesia menjadi isu yang sangat relevan untuk dibahas dalam konteks ESD, karena pengelolaan sampah yang tidak efisien dan kurangnya kesadaran masyarakat menjadi ancaman serius bagi kesehatan dan lingkungan (Axmalia & Mulasari, 2020; Dewi & Pradhana, 2022; Lestarina, 2021; Umayyah, 2023). Indonesia tercatat sebagai negara penghasil sampah terbesar kelima di dunia, dengan produksi sekitar 65,2 juta ton sampah pada tahun 2020. Meskipun sebagian besar sampah berhasil dikelola, sekitar 34,29% atau 7,2 juta ton sampah masih belum dikelola dengan baik (Bank Dunia, 2023).

Masalah sampah menjadi permasalahan serius bagi udara, air, dan tanah (Ferronato & Torretta, 2019; Kanmani & Gandhimathi, 2012; Prihandoko et al., 2021). Akibat pembakaran sampah yang ditempatkan di daerah terbuka, terjadi pelepasan gas beracun seperti karbon dioksida dan karbon monoksida, yang dapat menimbulkan masalah Kesehatan (Hikkaduwa et al., 2021). Sampah mencemari air dengan jatuh ke sungai dan genangan, yang juga menyebabkan peningkatan populasi lalat dan tikus (Kahfi, 2017; Suhardono et al., 2022; Widyawati et al., 2023). Sifat fisik tanah mengalami perubahan, dan pertumbuhan tanaman terpengaruh secara negatif. Di samping itu, sampah juga berkontribusi pada penurunan nilai estetika lingkungan (Tulebayeva et al., 2020). Mengingat semua faktor ini, sampah seharusnya dipersepsikan sebagai masalah budaya yang memengaruhi kehidupan. Untuk meminimalkan dampak negatif masalah ini pada lingkungan, manajemen sampah seharusnya dilakukan secara efektif (Naria et al., 2020).

Manajemen sampah melibatkan serangkaian kegiatan yang meliputi pencegahan pembentukan sampah, pengurangan di sumbernya, penggunaan ulang, pemisahan berdasarkan karakteristik dan jenis, penumpukan, pengumpulan, penyimpanan sementara, transportasi, penyimpanan antara, daur ulang, pemulihan energi, pembuangan, pemantauan setelah proses pembuangan, kontrol, dan inspeksi (Eriksson, 2017; Furtak–Niczyporuk, 2018; Ghasemi et al., 2018; Hikkaduwa et al., 2021; Liu & Roehrig, 2019). Aturan 3R (mengurangi, menggunakan ulang, dan mendaur ulang) merupakan salah satu metode yang sangat efektif dalam manajemen sampah (Christina et al., 2023; Contreras et al., 2016; Durrani, 2019; Eriksson, 2017; Ho et al., 2015; Naria et al., 2020). Akan tetapi, aktivitas 3R dapat menghadapi hambatan yang signifikan jika kesadaran masyarakat terhadap pemisahan atau klasifikasi sampah rendah (Muljaningsih & Galuh, 2018)

Permasalahan sampah yang masih kompleks saat ini di Indonesia seharusnya menjadi perhatian utama dalam pendidikan, terutama di tingkat sekolah, untuk membekali peserta didik dengan sikap, pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengatasi permasalahan sampah secara berkelanjutan (Akliyah et al., 2019; Nasirly & Komariah, 2023; Sartika et al., 2022). Sayangnya, pendidikan formal di Indonesia masih belum cukup memadai dalam memberikan pemahaman yang holistik kepada peserta didik mengenai isu sampah dan pengelolaannya (Akliyah et al., 2019; Ekananda & Sumendar, 2023; Fariz et al., 2024; Gutama & Iresha, 2023) Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang lebih komprehensif untuk mengajarkan manajemen sampah dalam konteks ESD, yang tidak hanya berfokus pada aspek lingkungan, tetapi juga pada aspek sosial dan ekonomi, serta mengembangkan kemampuan berpikir sistem peserta didik agar mereka dapat memahami dan mengatasi permasalahan sampah secara lebih menyeluruh.

Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah pengembangan bahan ajar IPA kontekstual bermuatan ESD yang terintegrasi dengan isu sampah dan dirancang untuk membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik. Bahan ajar kontekstual ini diharapkan dapat mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif, dengan mengaitkan konsep-konsep IPA dengan isu-isu keberlanjutan yang relevan, serta membantu peserta didik memahami hubungan antar elemen dalam

sistem manajemen sampah. Dengan adanya bahan ajar yang bermuatan ESD ini, diharapkan peserta didik dapat mengembangkan keterampilan berpikir sistem yang memungkinkan mereka untuk memandang masalah sampah secara menyeluruh, mengidentifikasi dampak-dampaknya, dan merumuskan solusi yang berkelanjutan.

Berbagai metode digunakan dalam pembuatan bahan ajar kontekstual, di antaranya adalah 4STMD (*Four Steps Teaching Material Development*) (Agustina et al., 2020; Aisah et al., 2020; Arizaldy et al., 2022; Hartana et al., 2021; Hasyim, 2015; Hendri & Setiawan, 2016; Lestari et al., 2020; Munawwarah et al., 2017; Oktasari et al., 2020; Pursitasari et al., 2019; Ramli et al., 2019; Suryaningsih et al., 2020; Syar & Meriza, 2020; Ulandari et al., 2019), dan DDR (Design, Develop, Evaluate) (R. Richey & Klein, 2007) dan ADDIE (Analyze, Design, Development, Implementation Evaluation) (Cahyadi, 2019; Pradana et al., 2019; Rasmawan, 2020; Sesmiyanti et al., 2021).

Model ADDIE adalah salah satu model dalam pengembangan bahan ajar yang sering diterapkan dalam *Instructional Systems Design* (ISD). Model ini umum digunakan dalam pembelajaran, penelitian pengembangan, pembuatan media, dan materi pembelajaran. Namun, ADDIE belum sepenuhnya memberikan panduan rinci mengenai tahapan, langkah, dan kriteria spesifik yang perlu diikuti dalam pengembangan bahan ajar, sehingga terkadang kurang memadai dalam konteks pengembangan bahan ajar yang detail (Anwar, 2023). Di sisi lain, DDR (*Design and Development Research*) yang merupakan teori Richey and Klein menyatakan bahwa fokus dari perancangan dan penelitian pengembangan bersifat analisis dari awal sampai akhir yang meliputi perencanaan, pengembangan, dan evaluasi (R. C. Richey & Klein, 2014). DDR merupakan bagian teori pengembangan Richey dan Klein, yang dalam tahap pengembangannya dapat menggunakan metode 4STMD.

Metode 4STMD muncul sebagai solusi yang menawarkan tahapan dan langkah-langkah detail dengan kriteria terperinci, menjadikannya alat yang lebih komprehensif dalam pengembangan bahan ajar. Metode ini didasarkan pada kriteria bahan ajar yang efektif dan relevan dengan kebutuhan pendidikan di Indonesia (Anwar, 2023). Kriteria dalam metode 4STMD mencakup: (1) Keselarasan dengan kurikulum; (2) Konsep ilmiah yang akurat; (3) Pengembangan konteks yang

substantif dan pedagogis; (4) Struktur materi yang didaktis; (5) Dukungan bagi peserta didik untuk pembelajaran yang bermakna; (6) Kesesuaian dengan perkembangan kognitif dan psikologis peserta didik; (7) Penekanan pada konsep-konsep penting; dan (8) Teks yang mudah dimengerti (Anwar, 2023).

Metode 4STMD mencakup empat tahapan yaitu tahap seleksi, tahap strukturisasi, tahap karakterisasi, dan tahap reduksi didaktik (Anwar & Sumarna, 2022; Ramli et al., 2019). Setiap tahap dirancang untuk memenuhi kriteria tertentu, dengan tahap seleksi mencakup kriteria pertama hingga ketiga, tahap strukturisasi meliputi kriteria keempat dan kelima, serta tahap karakterisasi dan reduksi didaktik yang menangani kriteria keenam hingga kedelapan (Anwar, 2023; Anwar & Sumarna, 2022; Ramli et al., 2019). Salah satu keunggulan utama dari metode ini adalah adanya evaluasi pada tahap karakterisasi, yang memungkinkan penyesuaian materi agar lebih sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik. Selain itu, tahap reduksi didaktik berperan dalam menyederhanakan materi yang rumit, sehingga lebih mudah dipahami oleh peserta didik (Anwar, 2023; Anwar & Sumarna, 2022)

Pengembangan bahan ajar ini juga diharapkan dapat menjadi solusi bagi kekurangan sumber belajar yang berkualitas untuk mendukung pengajaran ESD, khususnya dalam pembelajaran IPA. Dengan materi yang relevan dan dirancang secara sistemik, bahan ajar ini dapat membantu guru untuk lebih mudah mengimplementasikan pendekatan ESD dalam pembelajaran dan membangun keterampilan berpikir sistem pada peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar IPA bermuatan ESD yang terintegrasi dengan isu sampah, guna membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik dan mendukung upaya pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana hasil pengembangan bahan ajar IPA terpadu dengan tema sampah bermuatan ESD yang menggunakan metode 4STMD untuk membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik?”. Berdasarkan rumusan masalah dijabarkan pertanyaan penelitian untuk mengarahkan penelitian dengan lebih jelas sebagai berikut:

Haryanto, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA TEMA SAMPAH BERMUATAN ESD MENGGUNAKAN METODE 4STMD UNTUK MEMBANGUN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM PESERTA DIDIK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1. Bagaimana karakteristik bahan ajar IPA dengan tema sampah bermuatan ESD yang dikembangkan menggunakan 4STMD untuk membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik?
2. Bagaimana kelayakan bahan ajar IPA dengan tema sampah bermuatan ESD yang dikembangkan menggunakan 4STMD untuk membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik?
3. Bagaimana keterpahaman bahan ajar IPA dengan tema sampah bermuatan ESD yang dikembangkan menggunakan 4STMD untuk membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik?
4. Bagaimana potensi bahan ajar IPA dengan tema sampah bermuatan ESD yang dikembangkan menggunakan 4STMD dalam membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik?

1.3 Batasan Masalah

1. Pengembangan bahan ajar ini didasarkan pada Kurikulum Merdeka, khususnya capaian pembelajaran (CP) fase D untuk jenjang SMP, di mana materi sampah tercakup dalam CP yang menyatakan bahwa "peserta didik diharapkan mampu mengidentifikasi interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya, serta merancang upaya untuk mencegah dan mengatasi pencemaran lingkungan serta perubahan iklim."
2. Pengembangan bahan ajar dalam penelitian ini menggunakan metode *Design and Development Research* (DDR) yang dikemukakan oleh Richey dan Klein (2007). Metode ini melibatkan tiga tahap utama, yaitu perencanaan (*planning*), pengembangan (*development*), dan evaluasi (*evaluation*). Pada tahap evaluasi, penelitian ini dibatasi pada evaluasi formatif yang mencakup uji kelayakan, uji keterpahaman, dan analisis potensi bahan ajar. Evaluasi formatif dilakukan selama proses pengembangan untuk membantu memperbaiki dan menyempurnakan bahan ajar. Tujuan utama dari evaluasi formatif adalah untuk mengumpulkan umpan balik yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas bahan ajar sebelum digunakan secara luas atau final. Penelitian ini belum mencakup evaluasi sumatif, yaitu pengujian

efektivitas bahan ajar sebagai produk akhir secara lebih luas untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik dalam pembelajaran.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan bahan ajar IPA bertema sampah bermuatan ESD menggunakan metode *Four Step Teaching Material Development* (4STMD) untuk membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam tiga aspek utama, yaitu teori, kebijakan, dan praktik. Dari segi teori, diharapkan hasil penelitian ini dapat membuktikan bahwa kemampuan berpikir sistem peserta didik dapat dilatih dan ditingkatkan melalui penggunaan bahan ajar IPA bermuatan ESD. Dari perspektif kebijakan, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan kepada para guru mengenai penerapan ESD sebagai konteks dalam pembelajaran IPA untuk melatih dan mengembangkan kemampuan berpikir sistem peserta didik. Sementara itu, dari segi praktik, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian tentang penerapan konteks ESD dalam pengembangan bahan ajar IPA yang lebih efektif dan relevan.

1.6 Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahpahaman dalam penelitian ini, berikut adalah terminologi definisi operasional yang dijelaskan dalam penelitian ini:

1. Bahan Ajar IPA Tema Sampah Bermuatan ESD

Bahan ajar IPA dengan tema sampah bermuatan ESD merupakan bahan ajar yang memiliki ciri khas berfokus pada tema sampah dan berlandaskan prinsip Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD). Bahan ajar ini dirancang untuk melatih dan membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik terkait masalah sampah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Pengembangan bahan ajar ini menggunakan metode 4STMD, dengan uji kelayakan dilakukan oleh guru SMP dan uji keterpahaman dilakukan pada peserta didik SMP, sehingga diperoleh bahan ajar yang valid dan layak digunakan.

2. Kemampuan Berpikir Sistem Peserta Didik

Kemampuan berpikir sistem peserta didik merujuk pada kemampuan peserta didik dalam memahami, menganalisis, dan mengevaluasi hubungan antar komponen dalam sebuah sistem, serta mengidentifikasi solusi dari permasalahan yang dihadapi. Jadi, ketika peserta didik memiliki kemampuan berpikir sistem berarti mereka mampu memahami bagaimana berbagai hal saling berhubungan dan mempengaruhi satu sama lain. Dalam konteks sampah, ini berarti peserta didik bisa melihat bagaimana sampah yang kita hasilkan bisa mempengaruhi lingkungan, kesehatan, dan kehidupan sehari-hari. Selain itu, kemampuan berpikir sistem juga melibatkan kemampuan untuk berpikir dengan cara yang kritis dan logis, yaitu bisa menemukan solusi yang tepat untuk masalah yang ada.

1.7 Struktur Organisasi Tesis

Tesis ini berjudul "Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu dengan Tema Sampah Bermuatan ESD yang Menggunakan Metode 4STMD untuk Membangun Kemampuan Berpikir Sistem Peserta Didik" disusun dalam lima bab yang terstruktur dengan tujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi bahan ajar bermuatan ESD dengan pendekatan berpikir sistem. **Bab pertama**, Pendahuluan, menjelaskan latar belakang yang melatarbelakangi penelitian ini, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian yang diharapkan, serta struktur organisasi tesis. Bab ini memberikan konteks yang jelas mengenai pentingnya pengembangan bahan ajar IPA dengan tema sampah untuk membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik, yang masih menjadi hal yang kurang mendapat perhatian dalam pendidikan di Indonesia.

Bab kedua, Kajian Pustaka, membahas teori-teori utama yang sesuai dengan topik penelitian, seperti konsep bahan ajar, pengembangan bahan ajar bermuatan ESD, serta pentingnya berpikir sistem dalam pendidikan IPA. Kajian pustaka juga mengulas berbagai penelitian sebelumnya yang membahas pengembangan bahan ajar dan aplikasi berpikir sistem dalam konteks pembelajaran lingkungan dan pendidikan berbasis ESD. Di bagian ini, kerangka berpikir yang digunakan untuk mendasari penelitian ini juga dijelaskan secara

rinci, memberikan dasar teoritis yang kokoh untuk pengembangan bahan ajar yang dimaksudkan.

Bab ketiga, Metodologi Penelitian, menjelaskan secara rinci desain penelitian yang digunakan, yaitu metode penelitian pengembangan dengan pendekatan 4STMD. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan utama: desain, pengembangan, dan evaluasi bahan ajar. Bab ini menguraikan prosedur penelitian, termasuk partisipan penelitian yang terdiri dari peserta didik kelas VII di salah satu SMP di Kota Padang, instrumen penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data, serta teknik analisis data yang dipakai untuk menilai kelayakan dan efektivitas bahan ajar yang dikembangkan. Metode ini memungkinkan penelitian untuk secara sistematis mengembangkan bahan ajar yang dapat membangun kemampuan berpikir sistem peserta didik dalam konteks tema sampah.

Bab keempat, Temuan dan Pembahasan, menyajikan hasil pengembangan bahan ajar berdasarkan tahapan pengembangan 4STMD, yang meliputi seleksi, strukturisasi, karakterisasi, dan reduksi didaktik. Hasil dari evaluasi kelayakan bahan ajar juga dibahas dalam bab ini, yang mencakup kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, kegrafikaan, serta kontekstualitas bahan ajar dengan tema sampah. Pembahasan ini menghubungkan temuan hasil penelitian dengan teori-teori yang telah diuraikan sebelumnya di kajian pustaka. Evaluasi ini menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan layak digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik, terutama dalam memahami dimensi tersembunyi dan hubungan dinamis dalam sistem yang berkaitan dengan isu sampah.

Bab kelima, Simpulan, Implikasi, dan Rekomendasi, menyajikan kesimpulan yang menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian serta implikasi yang dapat diambil dari hasil penelitian ini untuk pengembangan praktik pembelajaran di sekolah. Rekomendasi yang diberikan juga diharapkan dapat menjadi pedoman bagi pengembangan bahan ajar IPA bermuatan ESD yang lebih efektif di masa depan. Selain itu, bab ini menggarisbawahi pentingnya penerapan pembelajaran bermuatan berpikir sistem dalam konteks isu lingkungan, seperti sampah, yang dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan

kesadaran dan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Tesis ini diakhiri dengan daftar pustaka dan lampiran yang meliputi instrumen penelitian, media pembelajaran yang dikembangkan, serta dokumentasi penelitian yang mendukung hasil temuan.