

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Hakikat Pembelajaran Abad ke-21 dan Keterampilan 4C

Pembelajaran abad ke-21 merupakan paradigma pendidikan yang berorientasi pada pengembangan kompetensi peserta didik untuk menghadapi tantangan global yang semakin kompleks. Menurut *Partnership for 21st Century Skills (P21)*, keterampilan utama yang harus dimiliki generasi modern meliputi *Critical Thinking, Creativity, Communication, dan Collaboration* (4C). Keempat keterampilan tersebut tidak hanya menunjang keberhasilan akademik, tetapi juga menjadi fondasi dalam menghadapi perkembangan teknologi, sosial, ekonomi, dan lingkungan hidup.¹⁸ Berikut komponen dari keterampilan 4C:

1. *Critical Thinking* (Berpikir Kritis)

Berpikir kritis adalah kemampuan menganalisis informasi, mengevaluasi bukti, mengidentifikasi pola sebab-akibat, serta mengembangkan solusi berbasis logika. Ennis menjelaskan bahwa berpikir kritis melibatkan proses reflektif, rasional, dan terorganisir dalam memecahkan permasalahan. Dalam konteks pembelajaran IPA Ekologi, berpikir kritis diperlukan untuk menganalisis hubungan antara makhluk hidup, memahami aliran energi, serta mengevaluasi dampak perubahan lingkungan.

Menurut Ennis, berpikir kritis merupakan proses berpikir rasional

¹⁸ Partnership for 21st Century Skills (P21). Framework for 21st Century Learning. Battelle for Kids, 2019.

dan reflektif yang berfokus pada pengambilan keputusan mengenai apa yang harus dipercaya atau dilakukan. Kemampuan berpikir kritis melibatkan proses mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, mengevaluasi bukti atau argumen, menarik kesimpulan, dan menentukan solusi terhadap suatu permasalahan. Dalam pembelajaran IPA materi Ekologi, keterampilan berpikir kritis diperlukan untuk menganalisis hubungan antar komponen ekosistem, mengevaluasi dampak perubahan lingkungan, serta menentukan solusi terhadap permasalahan lingkungan yang terjadi.

Dalam penelitian ini, keterampilan berpikir kritis diukur melalui indikator:

- a. Memfokuskan pertanyaan atau masalah,
 - b. Menganalisis informasi,
 - c. Mengevaluasi bukti atau argumen,
 - d. Menarik kesimpulan, dan
2. Menentukan solusi¹⁹*Creativity* (Kreativitas)

Menurut Brookhart, kreativitas merupakan kemampuan menghasilkan ide yang beragam, unik, dan bermanfaat dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Kreativitas tidak hanya ditunjukkan melalui munculnya ide baru, tetapi juga kemampuan mengembangkan, memodifikasi, dan menggabungkan gagasan menjadi solusi yang lebih efektif. Dalam pembelajaran IPA materi Ekologi, kreativitas diperlukan

¹⁹ Robert H. Ennis, *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities* (Illinois: University of Illinois, 2011), hlm. 2–4.

untuk menghasilkan berbagai alternatif solusi terhadap masalah lingkungan, mengembangkan gagasan pelestarian lingkungan, serta menyajikan konsep-konsep ekologi dalam bentuk visual atau representasi yang menarik. Dalam penelitian ini, kreativitas diukur melalui indikator:

- a. *Fluency* (kelancaran menghasilkan ide),
- b. *Flexibility* (keluwesan menghasilkan berbagai alternatif ide),
- c. *Originality* (keunikan atau orisinalitas ide), dan
- d. *Elaboration* (kemampuan mengembangkan ide secara rinci).²⁰

3. *Communication* (Komunikasi)

Menurut Greenstein, komunikasi merupakan kemampuan menyampaikan ide, informasi, dan pemikiran secara jelas, sistematis, dan efektif sehingga dapat dipahami oleh orang lain. Keterampilan komunikasi mencakup kemampuan mengorganisasikan informasi secara runtut, menggunakan bahasa yang tepat, serta memberikan tanggapan terhadap informasi atau pendapat yang diterima. Dalam pembelajaran IPA materi Ekologi, komunikasi diperlukan ketika peserta didik menjelaskan konsep, mempresentasikan hasil diskusi, menyampaikan solusi terhadap permasalahan lingkungan, serta memberikan tanggapan terhadap pendapat teman. Dalam penelitian ini, keterampilan komunikasi diukur melalui indikator:

- a. Menyampaikan ide atau informasi secara jelas,
- b. Mengorganisasikan informasi secara runtut,
- c. Menggunakan bahasa yang tepat, dan

²⁰ Susan M. Brookhart, *How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom* (Alexandria, VA: ASCD, 2010), hlm. 128–135.

d. Memberikan tanggapan terhadap pendapat orang lain.²¹

4. *Collaboration* (Kolaborasi)

Menurut Greenstein, kolaborasi merupakan kemampuan bekerja secara efektif dengan orang lain untuk mencapai tujuan bersama melalui partisipasi aktif, tanggung jawab, kerja sama, dan penghargaan terhadap kontribusi setiap anggota kelompok. Dalam pembelajaran IPA materi Ekologi, kolaborasi diperlukan ketika peserta didik berdiskusi, berbagi tugas, menganalisis permasalahan lingkungan, dan menyusun solusi secara bersama-sama. Melalui aktivitas kelompok, peserta didik dapat belajar menghargai perbedaan pendapat, membangun keputusan bersama, dan bertanggung jawab terhadap tugas yang diberikan. Dalam penelitian ini, keterampilan kolaborasi diukur melalui indikator:

- a. Berkontribusi dalam kelompok,
- b. Bertanggung jawab terhadap tugas yang diberikan,
- c. Bekerja sama mencapai tujuan bersama, dan
- d. Menghargai pendapat serta kontribusi anggota kelompok.²²

B. Konsep Ekologi dalam Pembelajaran IPA SMP

Ekologi adalah cabang biologi yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Materi ekologi SMP mencakup berbagai konsep fundamental yang bersifat abstrak dan kompleks, sehingga memerlukan pendekatan visualisasi yang kuat. Handayani dan

²¹ Laura Greenstein, *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning* (Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2012), hlm. 82–89.

²² Laura Greenstein, *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning* (Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2012), hlm. 74–82.

Suryanto menegaskan bahwa perubahan komponen abiotik secara signifikan berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem secara menyeluruh.²³

1. Interaksi antar makhluk hidup (kompetisi, predasi, simbiosis)
2. Rantai makanan dan jaring-jaring makanan
3. Piramida ekologi dan aliran energi
4. Daur biogeokimia (karbon, nitrogen, air, fosfor)
5. Keanekaragaman hayati dan konservasi
6. Keseimbangan dan perubahan ekosistem

C. Komik Digital Interaktif sebagai Media Pembelajaran

1. Pengertian Komik Digital Interaktif

Komik digital interaktif adalah media pembelajaran berbasis cerita dan ilustrasi digital yang dilengkapi fitur interaktif seperti animasi, tautan, audio, tombol navigasi, dan kuis. Media ini memadukan teks, gambar, dan aktivitas berbasis multimedia sehingga menciptakan pengalaman belajar lebih dinamis dan menarik.²⁴

2. Karakteristik Komik Digital Interaktif

Komik digital interaktif merupakan salah satu bentuk media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi digital untuk menyajikan materi melalui kombinasi teks, gambar, warna, animasi, dan fitur interaktif. Media ini dirancang untuk membantu peserta didik memahami konsep pembelajaran secara lebih menarik dan bermakna.

Menurut Azhar Arsyad, media pembelajaran yang baik harus

²³ Handayani, R., & Suryanto, E. (2022). Dampak Perubahan Komponen Abiotik Terhadap Keseimbangan Ekosistem. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 110–119.

²⁴ Handayani, R., & Suryanto, E. (2022). Dampak Perubahan Komponen Abiotik Terhadap Keseimbangan Ekosistem. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 110–119.

mampu meningkatkan perhatian peserta didik, memperjelas penyajian pesan, mempermudah proses pembelajaran, serta meningkatkan efektivitas pencapaian tujuan pembelajaran. Selain itu, media pembelajaran juga harus mudah digunakan, menarik, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik.

Berdasarkan pendapat tersebut, komik digital interaktif memiliki keunggulan karena menyajikan materi dalam bentuk visual yang menarik, dilengkapi navigasi yang mudah digunakan, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif melalui fitur-fitur interaktif. Oleh karena itu, penggunaan komik digital interaktif diharapkan dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi Ekologi sekaligus mendukung keterampilan abad ke-21.

Dalam penelitian ini, komik digital interaktif diukur melalui lima indikator, yaitu:

- a. Kualitas pembelajaran,
- b. Kemandirian belajar,
- c. Daya tarik media,
- d. Kemudahan penggunaan, dan
- e. Kesesuaian media dengan pembelajaran.²⁵

Tabel 2.1 Instrumen Indikator Angket Respon Siswa

Indikator	Jumlah Butir
Kualitas Pembelajaran	3
Kemandirian Belajar	3
Daya Tarik Media	3
Kemudahan Penggunaan	3
Kesesuaian Media dengan Pembelajaran	3
Total	15 Butir

²⁵ Azhar Arsyad, *Media Pembelajaran* (Jakarta: Rajawali Pers, 2019), hlm. 19–27.

Tabel 2.2 Instrumen Kualitas Pembelajaran Angket Respon Siswa

No	Pernyataan
1	Komik digital interaktif membantu saya memahami materi ekologi dengan lebih mudah.
2	Materi yang disajikan dalam komik digital interaktif mudah saya pahami.
3	Komik digital interaktif membantu saya menghubungkan konsep-konsep dalam materi ekologi.

Tabel 2.3 Instrumen Kemandirian Belajar Angket Respon Siswa

No	Pernyataan
4	Saya dapat mempelajari materi melalui komik digital interaktif tanpa selalu bergantung pada guru.
5	Komik digital interaktif mendorong saya untuk mencari informasi tambahan tentang materi ekologi.
6	Saya dapat mengulang kembali materi secara mandiri melalui komik digital interaktif.

Tabel 2.4 Instrumen Daya Tarik Media Angket Respon Siswa

No	Pernyataan
7	Tampilan gambar dan warna dalam komik digital interaktif menarik perhatian saya.
8	Alur cerita dalam komik digital interaktif membuat saya tertarik mempelajari materi ekologi.
9	Penggunaan komik digital interaktif membuat pembelajaran lebih menyenangkan.

Tabel 2.5 Instrumen Kemudahan Penggunaan Angket Respon Siswa

No	Pernyataan
10	Komik digital interaktif mudah digunakan.
11	Petunjuk penggunaan dalam komik digital interaktif mudah dipahami.
12	Menu dan navigasi dalam komik digital interaktif mudah dioperasikan.

Tabel 2.6 Instrumen Kesesuaian Media dengan Pembelajaran Angket Respon Siswa

No	Pernyataan
13	Materi dalam komik digital interaktif sesuai dengan materi ekologi yang dipelajari.
14	Aktivitas dalam komik digital interaktif membantu saya mencapai tujuan pembelajaran.
15	Komik digital interaktif layak digunakan sebagai media pembelajaran IPA materi ekologi.

3. Manfaat Komik Digital Interaktif dalam Pembelajaran

Handayani dalam penelitiannya menunjukkan bahwa komik digital berbasis STEM secara signifikan meningkatkan literasi sains siswa. Media ini dapat meningkatkan motivasi belajar, mengurangi beban kognitif, memudahkan pemahaman konsep abstrak, menarik minat siswa digital native, serta mengaitkan materi dengan kehidupan nyata.²⁶

Mayer dalam teori pembelajaran multimedia menegaskan bahwa kombinasi yang memperkuat konstruksi pengetahuan. Purwanto dan Widodo menambahkan bahwa komik edukasi terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan.²⁷

D. Komik Digital Interaktif dalam Pengembangan Kemampuan 4C

1. Meningkatkan *Critical Thinking*

Komik digital interaktif dapat membantu mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui penyajian permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan fenomena lingkungan dan ekologi. Menurut Ennis, berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir secara rasional dan reflektif dalam menentukan apa yang harus dipercaya atau dilakukan. Kemampuan ini mencakup kegiatan memfokuskan masalah, menganalisis informasi, mengevaluasi bukti, menarik kesimpulan, serta menentukan solusi terhadap suatu permasalahan.

Melalui alur cerita yang disajikan dalam komik digital interaktif,

²⁶ Handayani, T. (2021). Pengembangan Media Komik Digital Berbasis STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 5(3), 737–756. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v5i3.343>

²⁷ Purwanto, A., & Widodo, W. (2022). Analisis Keefektifan Komik Edukasi terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa. *PENSA E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(2), 208–213.

peserta didik diajak untuk mengidentifikasi permasalahan yang muncul dalam cerita, menganalisis hubungan sebab-akibat yang terjadi dalam suatu ekosistem, mengevaluasi informasi yang diperoleh, menarik kesimpulan berdasarkan fakta yang tersedia, serta menentukan solusi yang tepat terhadap permasalahan lingkungan yang disajikan. Dengan demikian, penggunaan komik digital interaktif dapat memfasilitasi peserta didik dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis secara bertahap dan terstruktur sesuai dengan indikator berpikir kritis yang dikemukakan oleh Ennis.²⁸

2. Menumbuhkan *Creativity*

Komik digital interaktif dapat mendukung pengembangan kreativitas peserta didik melalui penyajian visual yang menarik, alur cerita yang kontekstual, serta aktivitas eksploratif yang memungkinkan peserta didik membangun pemahaman secara mandiri. Menurut Brookhart, kreativitas merupakan kemampuan menghasilkan ide yang beragam, unik, dan bermanfaat untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Kreativitas mencakup kemampuan menghasilkan banyak gagasan (*fluency*), mengemukakan berbagai alternatif pemecahan masalah (*flexibility*), menghasilkan ide yang unik dan orisinal (*originality*), serta mengembangkan ide secara rinci (*elaboration*).

Melalui komik digital interaktif, peserta didik dapat menghasilkan berbagai gagasan mengenai solusi terhadap permasalahan lingkungan yang disajikan dalam cerita, mengemukakan alternatif tindakan pelestarian

²⁸ Robert H. Ennis, *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities* (Illinois: University of Illinois, 2011), hlm. 2–4.

lingkungan, menciptakan ide-ide baru yang berbeda dari contoh yang diberikan, serta mengembangkan gagasan tersebut dalam bentuk diagram, ilustrasi, atau rancangan skenario ekologis secara lebih rinci. Dengan demikian, penggunaan komik digital interaktif dapat memfasilitasi berkembangnya keterampilan kreativitas peserta didik sesuai dengan indikator kreativitas yang dikemukakan oleh Brookhart.²⁹

3. Mengembangkan *Communication*

Menurut Greenstein, keterampilan komunikasi merupakan kemampuan menyampaikan ide, informasi, dan pemikiran secara jelas, terstruktur, serta dapat dipahami oleh orang lain. Keterampilan ini mencakup kemampuan mengorganisasikan informasi secara runtut, menggunakan bahasa yang tepat, serta memberikan tanggapan terhadap pendapat atau informasi yang diterima.

Melalui dialog antar tokoh dalam komik digital interaktif, peserta didik dapat memahami penggunaan bahasa ilmiah dan cara menyampaikan informasi secara sistematis. Selain itu, aktivitas pembelajaran berbasis komik digital interaktif mendorong peserta didik untuk menjelaskan kembali isi cerita, mengemukakan hasil analisis terhadap permasalahan lingkungan, mempresentasikan solusi yang diperoleh, serta memberikan tanggapan terhadap pendapat teman dalam kegiatan diskusi. Dengan demikian, penggunaan komik digital interaktif dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan komunikasi peserta didik melalui kemampuan menyampaikan ide secara jelas, terstruktur, dan efektif sesuai

²⁹ Susan M. Brookhart, *How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom* (Alexandria, VA: ASCD, 2010), hlm. 128–135.

dengan indikator komunikasi yang dikemukakan oleh Greenstein.³⁰

4. Meningkatkan *Collaboration*

Menurut Laura Greenstein, keterampilan kolaborasi merupakan kemampuan bekerja secara efektif dengan orang lain untuk mencapai tujuan bersama melalui partisipasi aktif, tanggung jawab, kerja sama, dan penghargaan terhadap kontribusi setiap anggota kelompok. Keterampilan ini menuntut peserta didik untuk mampu berbagi ide, menyelesaikan tugas bersama, serta membangun keputusan secara kolektif.

Melalui tugas analisis cerita, pemecahan masalah ekologi, dan penyelesaian aktivitas berbasis kelompok dalam komik digital interaktif, peserta didik didorong untuk berpartisipasi aktif dalam diskusi, berbagi gagasan, dan bekerja sama dalam menyusun solusi terhadap permasalahan yang diberikan. Selain itu, alur cerita dan konflik yang disajikan dalam komik dapat menjadi pemicu diskusi kelompok yang lebih terarah sehingga peserta didik dapat belajar menghargai pendapat anggota kelompok lain, bertanggung jawab terhadap tugas yang diberikan, serta berkontribusi dalam mencapai tujuan pembelajaran bersama. Dengan demikian, penggunaan komik digital interaktif dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan kolaborasi peserta didik sesuai dengan indikator kolaborasi yang dikemukakan oleh Greenstein.³¹

E. Model Pengembangan ADDIE dalam Media Pembelajaran

Model ADDIE adalah model pengembangan sistem pembelajaran yang

³⁰ Laura Greenstein, *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning* (Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2012), hlm. 82–89.

³¹ Laura Greenstein, *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning* (Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2012), hlm. 74–82.

terdiri dari lima tahap sistematis. Mesra, Sari, dan Ikhsan menyimpulkan bahwa ADDIE merupakan model yang paling banyak diterapkan karena sifatnya sistematis, fleksibel, dan berbasis validitas produk.³²

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Model ADDIE dipilih karena memiliki prosedur yang sistematis, terstruktur, dan fleksibel sehingga sesuai digunakan dalam pengembangan media pembelajaran. Menurut Branch, model ADDIE merupakan pendekatan desain pembelajaran yang terdiri atas lima tahap utama, yaitu analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi yang saling berkaitan untuk menghasilkan produk pembelajaran yang efektif.

1. *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis merupakan tahap awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta permasalahan yang terjadi dalam proses pembelajaran. Pada tahap ini dilakukan observasi dan wawancara dengan guru IPA untuk mengetahui kondisi pembelajaran pada materi Ekologi. Selain itu, dilakukan analisis kurikulum, capaian pembelajaran, serta kebutuhan media yang sesuai dengan karakteristik peserta didik sebagai generasi digital native. Hasil analisis digunakan sebagai dasar dalam pengembangan komik digital interaktif yang mampu mendukung peningkatan kemampuan 4C peserta didik.

³² Mesra, E., Sari, D.P., & Ikhsan, M.A. (2023). Penerapan Model Pengembangan ADDIE pada Perangkat Pembelajaran: Tinjauan Sistematis. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran*, 7(1), 12–25.

2. *Design* (Perancangan)

Tahap perancangan dilakukan untuk menyusun rancangan produk yang akan dikembangkan berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Kegiatan pada tahap ini meliputi penyusunan tujuan pembelajaran, pembuatan storyboard, canva perancangan alur cerita komik, penyusunan materi Ekologi, desain karakter, serta perancangan fitur interaktif yang mendukung kemampuan *Critical Thinking*, *Creativity*, *Communication*, dan *Collaboration*. Selain itu, pada tahap ini juga disusun instrumen penelitian berupa lembar validasi, LKPD, lembar observasi, serta instrumen pengukuran kemampuan 4C yang digunakan untuk memperoleh data penelitian.

3. *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan proses mewujudkan rancangan produk menjadi media yang siap digunakan. Komik digital interaktif dikembangkan menggunakan aplikasi Canva dengan memanfaatkan fitur desain grafis, ilustrasi, animasi, *hyperlink*, serta elemen interaktif lainnya yang mendukung proses pembelajaran. Setelah produk selesai dikembangkan, dilakukan validasi oleh ahli media, ahli materi, dan ahli soal untuk memperoleh masukan serta saran perbaikan. Hasil validasi digunakan sebagai dasar revisi sehingga diperoleh produk yang layak digunakan dalam pembelajaran.

4. *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi dilakukan dengan mengujicobakan komik digital interaktif kepada peserta didik kelas VII SMP Negeri 9 Kota

Kediri. Pada tahap ini media digunakan secara langsung dalam pembelajaran materi Ekologi. Tujuan implementasi adalah untuk mengetahui keterlaksanaan penggunaan media, respons peserta didik, serta efektivitas media dalam meningkatkan kemampuan 4C. Data penelitian dikumpulkan melalui instrumen kemampuan 4C, LKPD, lembar observasi, dan angket penelitian yang selanjutnya dianalisis menggunakan SEM PLS untuk mengetahui pengaruh penggunaan komik digital interaktif terhadap *kemampuan Critical Thinking, Creativity, Communication, dan Collaboration* peserta didik.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi merupakan tahap akhir yang bertujuan untuk menilai kualitas dan efektivitas media yang telah dikembangkan. Evaluasi dilakukan secara formatif pada setiap tahapan pengembangan melalui masukan validator dan hasil revisi produk. Selain itu, evaluasi sumatif dilakukan setelah implementasi untuk mengetahui tingkat kelayakan dan efektivitas komik digital interaktif dalam meningkatkan kemampuan 4C peserta didik. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar penyempurnaan produk agar lebih optimal digunakan dalam pembelajaran.³³ Selain digunakan sebagai dasar penyempurnaan produk, hasil evaluasi juga digunakan untuk mengetahui tingkat kelayakan media serta pengaruh penggunaan komik digital interaktif terhadap kemampuan 4C peserta didik berdasarkan hasil analisis SEM PLS.

³³ Robert Maribe Branch, *Instructional Design: The ADDIE Approach* (New York: Springer, 2009), hlm. 2–141.

Berdasarkan uraian tersebut, model ADDIE dipilih karena menyediakan tahapan pengembangan yang sistematis mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi produk. Setiap tahapan saling berkaitan dan memungkinkan dilakukannya evaluasi secara berkelanjutan untuk menghasilkan produk pembelajaran yang efektif. Safitri dan Aziz menegaskan bahwa ADDIE merupakan kerangka yang ideal dalam pengembangan multimedia pembelajaran karena setiap tahapannya tersusun secara logis dan mendukung penyempurnaan produk secara berkelanjutan.³⁴

F. Landasan Teori yang Melandasi Penelitian

1. Teori Konstruktivisme

Konstruktivisme menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman aktif dan interaksi sosial. Komik digital memungkinkan siswa mengalami pembelajaran berbasis cerita, dialog, dan eksplorasi yang mendukung konstruksi pengetahuan secara mandiri (Piaget) maupun bersama (Vygotsky, Zone of Proximal Development).³⁵

2. Teori Pembelajaran Multimedia

Teori ini menegaskan bahwa pembelajaran lebih efektif ketika visual dan verbal dipadukan secara harmonis. Komik digital interaktif memenuhi prinsip multimedia (*dual coding theory*), prinsip koherensi, kontiguitas, serta meminimalkan beban kognitif berlebih (*split-attention*

³⁴ Safitri, M., & Aziz, M.R. (2022). ADDIE, Sebuah Model untuk Pengembangan Multimedia Learning. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, 11(2), 78–89.

³⁵ Jean Piaget, *The Psychology of Intelligence* (London: Routledge, 2001), hlm. 27–31; Lev S. Vygotsky, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978), hlm. 86–90.

effect).³⁶

3. Teori Belajar Sosial

Interaksi antar tokoh dalam komik mencerminkan komunikasi ilmiah yang dapat ditiru siswa melalui mekanisme *observational learning*. Proses modeling dalam komik memfasilitasi pembentukan pemahaman ilmiah secara kontekstual.³⁷

G. Materi Ekologi

Ekologi merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme hidup dengan lingkungannya. Ekosistem sebagai unit kajian ekologi mencakup komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi secara dinamis untuk membentuk keseimbangan alam.

1. Pengaruh Lingkungan Terhadap Suatu Organisme

Setiap organisme hidup dalam rentang toleransi tertentu terhadap kondisi lingkungannya. Lingkungan yang optimal mendukung pertumbuhan, reproduksi, dan kelangsungan hidup organisme, sementara kondisi yang ekstrem dapat menyebabkan stres fisiologis bahkan kematian.

a. Lingkungan Makhluk Hidup (Interaksi Biotik)

Hubungan antar makhluk hidup dalam suatu ekosistem membentuk jaringan interaksi yang kompleks. Terdapat tiga bentuk interaksi utama:

1) Persaingan (Kompetisi): Terjadi ketika organisme

³⁶ Richard E. Mayer, *Multimedia Learning*, 2nd ed. (New York: Cambridge University Press, 2009), hlm. 31–48.

³⁷ Albert Bandura, *Social Learning Theory* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1977), hlm. 22.

memperebutkan sumber daya terbatas seperti makanan, air, ruang, dan cahaya. Kompetisi intraspesifik terjadi antar individu satu spesies, sedangkan kompetisi interspesifik terjadi antar spesies berbeda. Contoh: dua pohon yang bersaing mendapatkan sinar matahari untuk fotosintesis.

- 2) Predasi: Interaksi di mana predator memburu dan mengonsumsi mangsa sebagai sumber energi. Interaksi predator-mangsa berperan penting dalam mengendalikan ukuran populasi dan menjaga stabilitas ekosistem. Contoh: elang memangsa tikus, singa memangsa zebra, ular memangsa katak.
- 3) Simbiosis Mutualisme: Kedua organisme saling mendapat manfaat. Contoh: burung jalak dan kerbau (burung memakan kutu di tubuh kerbau, kerbau terbebas parasit), lebah dan bunga (lebah mendapat nektar, bunga terbantu penyerbukannya).
- 4) Simbiosis Komensalisme: Satu organisme diuntungkan, organisme lain tidak terpengaruh (tidak untung tidak rugi). Contoh: anggrek epifit yang menempel di batang pohon mangga untuk mendapat cahaya matahari, tanpa merugikan pohon inangnya.
- 5) Simbiosis Parasitisme: Satu organisme (parasit) diuntungkan dengan merugikan organisme lain (inang). Contoh: cacing pita dalam usus manusia, benalu pada pohon mangga, kutu pada kucing.

b. Lingkungan Abiotik

Faktor abiotik adalah komponen fisik dan kimia lingkungan yang mempengaruhi distribusi, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup organisme.

- 1) Suhu: Mengatur kecepatan metabolisme, reproduksi, dan distribusi geografis spesies. Organisme poikilotermik (berdarah dingin) sangat sensitif terhadap perubahan suhu.
- 2) Kelembaban: Kadar air di udara (kelembaban relatif) dan tanah menentukan organisme yang dapat hidup di suatu wilayah. Hutan hujan tropis memiliki kelembaban tinggi, sedangkan gurun sangat rendah.
- 3) Cahaya Matahari: Intensitas, durasi (fotoperiodisme), dan panjang gelombang cahaya memengaruhi fotosintesis tumbuhan, perilaku hewan, dan siklus reproduksi.
- 4) Jenis dan pH Tanah: Kandungan mineral, tekstur, struktur, dan keasaman tanah menentukan produktivitas primer dan keanekaragaman hayati di suatu wilayah.
- 5) Air (Ketersediaan): Bersama cahaya dan suhu, air merupakan faktor pembatas utama bagi distribusi organisme di permukaan bumi.
- 6) Gas Atmosfer: Konsentrasi O_2 untuk respirasi, CO_2 untuk fotosintesis, dan nitrogen untuk fiksasi nitrogen sangat penting bagi kehidupan.

2. Interaksi antara Komponen Penyusun Suatu Ekosistem

a. Tingkatan Organisasi Kehidupan dalam Ekosistem

Ekosistem tersusun hierarki organisasi kehidupan dari yang terkecil hingga terbesar:

- 1) Individu Satu organisme tunggal dari suatu spesies. Contoh: satu ekor harimau Sumatera.
- 2) Populasi: Kumpulan individu satu spesies di area tertentu pada waktu tertentu. Contoh: populasi harimau Sumatera di TNKS.
- 3) Komunitas: Kumpulan semua populasi berbeda spesies yang hidup bersama di satu habitat. Contoh: komunitas hutan mangrove.
- 4) Ekosistem: Komunitas organisme hidup beserta faktor abiotik yang saling berinteraksi. Contoh: ekosistem sungai, ekosistem terumbu karang.
- 5) Bioma: Kawasan luas dengan kondisi iklim dan komunitas organisme yang serupa. Contoh: bioma hutan hujan tropis, bioma tundra.
- 6) Biosfer: Keseluruhan wilayah di Bumi tempat kehidupan dapat berlangsung.

b. Aliran Energi dalam Ekosistem

Energi mengalir secara searah (*unidirectional*) dari matahari melalui rantai trofik, berbeda dengan materi yang dapat didaur ulang. Setiap perpindahan tingkat trofik hanya sekitar 10% energi yang diteruskan (Hukum 10% atau Aturan Piramida Energi):

- 1) Produsen (tumbuhan, fitoplankton): Organisme autotrof yang mengonversi energi matahari menjadi energi kimia melalui fotosintesis. Mereka adalah pondasi semua rantai makanan.
 - 2) Konsumen Primer (Herbivora): Organisme pemakan tumbuhan seperti belalang, ulat, rusa, dan sapi. Mereka memperoleh energi secara langsung dari produsen.
 - 3) Konsumen Sekunder (Karnivora tingkat I): Organisme pemakan herbivora seperti katak, ular, dan rubah.
 - 4) Konsumen Tersier (Karnivora tingkat II): Predator puncak (*apex predator*) seperti elang, harimau, dan buaya. Mereka memperoleh energi dari konsumen sekunder.
 - 5) Dekomposer/Pengurai: Bakteri dan jamur yang menguraikan organisme mati menjadi mineral anorganik, mengembalikan nutrisi ke dalam tanah dan air untuk dimanfaatkan kembali oleh produsen.
- c. Rantai Makanan, Jaring-Jaring Makanan, dan Piramida Ekologi

Rantai makanan adalah urutan linear aliran energi dari produsen ke konsumen dalam ekosistem. Dalam ekosistem nyata, terdapat banyak rantai makanan yang saling terhubung membentuk jaring-jaring makanan (*food web*). Jaring-jaring makanan yang kompleks meningkatkan stabilitas ekosistem.

Piramida ekologi merepresentasikan hubungan kuantitatif antar tingkat trofik dalam tiga bentuk: Piramida Jumlah (menggambarkan jumlah individu tiap tingkat trofik), Piramida

Biomassa (menggambarkan total massa organisme hidup per satuan luas), dan Piramida Energi (selalu berbentuk piramida sejati, menggambarkan aliran energi yang berkurang 90% di setiap tingkat trofik).

d. Daur Biogeokimia

Daur biogeokimia adalah siklus perputaran unsur kimia antara komponen biotik dan abiotik ekosistem. Beberapa daur utama:

- 1) Daur Karbon: CO_2 di atmosfer difiksasi oleh tumbuhan melalui fotosintesis menjadi senyawa organik, dikembalikan ke atmosfer melalui respirasi, dekomposisi, dan pembakaran bahan bakar fosil.
- 2) Daur Nitrogen: N_2 di atmosfer difiksasi oleh bakteri *Rhizobium* menjadi amonia (NH_3), kemudian dinitrasikan menjadi nitrat (NO_3^-) yang dapat diserap tumbuhan. Melalui denitrifikasi, nitrogen dikembalikan ke atmosfer.
- 3) Daur Air (Hidrologi): Meliputi evaporasi dari permukaan air dan transpirasi dari tumbuhan, kondensasi membentuk awan, presipitasi sebagai hujan, infiltrasi ke tanah, dan aliran permukaan kembali ke badan air.
- 4) Daur Fosfor: Fosfat dilepaskan dari batuan melalui pelapukan, diserap tumbuhan, dikonsumsi hewan, dan dikembalikan ke tanah melalui dekomposisi. Tidak ada fase gas dalam daur fosfor.

3. Keanekaragaman Hayati Indonesia

Indonesia merupakan negara mega-biodiversity dengan

keanekaragaman hayati tertinggi ketiga di dunia. Kekayaan ini dipengaruhi oleh posisi geografis di khatulistiwa, kondisi iklim tropis yang stabil, dan sejarah geologi kepulauan yang kompleks.³⁸

- a. Hutan Hujan Tropis: Tersebar di Sumatera, Kalimantan, Papua, dan Sulawesi. Merupakan salah satu hutan dengan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia, menjadi habitat ribuan spesies flora dan fauna.
- b. Ekosistem Mangrove: Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia (sekitar 3,3 juta ha). Mangrove berfungsi sebagai nursery ground ikan, pelindung pantai, dan penyerap karbon.
- c. Terumbu Karang: Indonesia adalah bagian dari *Coral Triangle* dengan keanekaragaman hayati laut tertinggi. Terumbu karang di Raja Ampat, Komodo, dan Wakatobi merupakan yang terkaya di dunia.
- d. Spesies Endemik: Orangutan Sumatera dan Kalimantan, harimau Sumatera, badak Jawa, anoa, babirusa, burung cendrawasih Papua, dan komodo adalah contoh spesies yang hanya ada di Indonesia.
- e. Garis Biogeografi *Wallace* dan *Weber* membagi Indonesia menjadi zona fauna Asiatis (barat), zona peralihan (tengah), dan zona Australasia (timur).
- f. Ancaman dan Konservasi, Keanekaragaman hayati Indonesia terancam oleh deforestasi, perburuan liar, perubahan iklim, dan perdagangan satwa illegal. Upaya konservasi mencakup pengelolaan

³⁸ Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Pelestarian Ekosistem di Indonesia. Jakarta: KLHK, 2023.

54 taman nasional, program rehabilitasi satwa langka, restorasi habitat, dan penegakan hukum terhadap perdagangan satwa liar.

4. Pengaruh Manusia terhadap Ekosistem

Aktivitas manusia merupakan faktor utama perubahan ekosistem global. Pertanian, industrialisasi, urbanisasi, dan konsumsi berlebihan telah mengubah lanskap bumi secara dramatis dalam 200 tahun terakhir.

- a. Pertanian: Penggunaan pestisida dan pupuk kimia berlebih mencemari tanah dan perairan. Monokultur mengurangi keanekaragaman hayati agroekosistem. Alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian mengancam habitat alami.
- b. Polusi Udara: Gas buang kendaraan dan industri melepas CO₂, SO₂, dan NO_x ke atmosfer, menyebabkan hujan asam, pemanasan global, dan gangguan proses ekologis.
- c. Polusi Air: Limbah industri, pertanian, dan domestik mencemari sungai, danau, dan laut. Eutrofikasi akibat kelebihan nutrisi menyebabkan zona mati (*dead zone*) di perairan.
- d. Polusi Tanah: Limbah industri, pertanian, dan sampah plastik merusak struktur dan kualitas tanah, mengancam produktivitas ekosistem darat.
- e. Deforestasi dan Fragmentasi Habitat: Pembukaan lahan memutus koridor ekologi, mengisolasi populasi, dan meningkatkan risiko kepunahan spesies.

5. Upaya Konservasi

- a. Kawasan Konservasi: Pembentukan taman nasional, cagar alam,

suaka margasatwa, dan kawasan perlindungan laut untuk melindungi habitat dan spesies.

- c. Restorasi Ekosistem: Reforestasi, rehabilitasi mangrove, transplantasi terumbu karang, dan pemulihan ekosistem yang terdegradasi.
- d. Edukasi Lingkungan: Peningkatan kesadaran masyarakat melalui program pendidikan formal (kurikulum) dan non-formal (kampanye lingkungan).
- e. Praktik Berkelanjutan: Penerapan pertanian organik, perikanan tangkap berkelanjutan.

H. Kerangka Berpikir

Rendahnya kemampuan 4C (*Critical Thinking, Creativity, Communication, dan Collaboration*) pada peserta didik serta kurangnya penggunaan media pembelajaran yang interaktif menjadi salah satu faktor yang memengaruhi efektivitas proses pembelajaran IPA, khususnya pada materi Ekologi. Menurut *Partnership for 21st Century Learning* (P21), keterampilan 4C merupakan kompetensi penting yang perlu dikembangkan untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan abad ke-21. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu memfasilitasi pengembangan keempat keterampilan tersebut secara terpadu.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, media komik digital interaktif dikembangkan menggunakan model ADDIE yang meliputi tahap *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Komik digital interaktif dirancang dengan mengintegrasikan unsur visual, narasi, dialog,

aktivitas interaktif, serta permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan materi Ekologi. Melalui penyajian masalah lingkungan dalam alur cerita, peserta didik didorong untuk mengidentifikasi permasalahan, menganalisis informasi, mengevaluasi bukti, menarik kesimpulan, dan menentukan solusi sehingga keterampilan *Critical Thinking* dapat berkembang.

Selain itu, aktivitas eksploratif dalam komik memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menghasilkan berbagai gagasan, mengembangkan ide, dan menciptakan solusi yang beragam terhadap permasalahan lingkungan sehingga mendukung keterampilan *Creativity*. Dialog antar tokoh dan aktivitas presentasi hasil diskusi memungkinkan peserta didik menyampaikan ide, menjelaskan informasi secara runtut, serta memberikan tanggapan terhadap pendapat orang lain sehingga dapat meningkatkan keterampilan *Communication*. Sementara itu, tugas kelompok yang terintegrasi dalam kegiatan pembelajaran mendorong peserta didik untuk bekerja sama, berbagi tanggung jawab, berpartisipasi aktif, dan menghargai kontribusi anggota kelompok sehingga mendukung perkembangan keterampilan *Collaboration*. Dengan demikian, penggunaan media komik digital interaktif pada materi Ekologi diharapkan mampu memfasilitasi pengembangan keterampilan *Critical Thinking, Creativity, Communication, dan Collaboration (4C)* sebagaimana yang direkomendasikan dalam *Framework for 21st Century Learning (P21)*, sehingga kemampuan 4C peserta didik kelas VII SMP dapat meningkat secara holistik dan terukur.³⁹

³⁹ Partnership for 21st Century Learning (P21), *Framework for 21st Century Learning* (Washington, DC: Battelle for Kids, 2019), hlm. 2–5.

Gambar 2.1 Kerangka Berpikir



