

BAB 2 LANDASAN TEORITIS

2.1 Kajian Teori

Kajian teori disusun untuk memberikan landasan konseptual yang mendukung analisis terhadap permasalahan yang dikaji. Beberapa teori dan hasil penelitian terdahulu yang relevan akan dibahas untuk memperkuat pemahaman mengenai variabel-variabel yang diteliti serta membangun kerangka berpikir yang sistematis.

2.1.1 Literasi Digital

Literasi digital adalah kajian teori yang pertama dibahas pada penelitian ini, karena literasi digital merupakan variabel terikat pertama pada penelitian ini. Berikut penjelasan mengenai literasi digital:

2.1.1.1 Pengertian Literasi Digital

Literasi digital adalah kemampuan individu untuk membaca dan memahami informasi dalam bentuk digital (Bawden, 2008). Literasi digital adalah kemampuan individu dalam menggunakan teknologi digital, komunikasi, dan jaringan internet untuk menemukan, mengevaluasi, menggunakan, dan menciptakan informasi (Hague & Payton, 2010). Literasi digital adalah kemampuan untuk hidup dan berinteraksi secara efektif dalam dunia yang semakin didominasi oleh teknologi. Paul Gilster (1997) mendefinisikan literasi digital sebagai kemampuan untuk memahami dan menggunakan informasi dalam berbagai sumber yang disajikan melalui komputer. Menurut Naufal, (2021) literasi digital adalah suatu bentuk kemampuan untuk mendapatkan, memahami dan menggunakan informasi yang berasal dari berbagai sumber dalam bentuk digital. Literasi digital seharusnya lebih dari sekedar kemampuan menggunakan berbagai sumber digital secara efektif, tetapi merupakan sebarang cara berpikir tertentu yang berakar pada literasi komputer dan literasi informasi.

Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut dapat dikatakan bahwa literasi digital merupakan kemampuan mengolah informasi yang bersumber dari perangkat komputer dan internet serta kemampuan untuk melakukan evaluasi terhadap informasi yang didapatkan dari perangkat tersebut. Literasi digital berdampak

pada proses berpikir dalam mengolah data yang didapat dari hasil pencarian.

2.1.1.2 Urgensi Literasi Digital

Perkembangan teknologi digital yang sangat pesat telah membawa dampak signifikan di berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang pendidikan. Di era modern ini, literasi digital menjadi salah satu kompetensi yang sangat diperlukan untuk memastikan individu mampu beradaptasi dengan perubahan teknologi dan lingkungan digital (Mawarni et al., 2021). Dalam konteks pendidikan, urgensi literasi digital semakin menonjol karena peranannya yang sangat penting dalam memfasilitasi proses pembelajaran, memperluas akses pengetahuan, dan mempersiapkan generasi muda untuk menghadapi tantangan dunia (Ng, 2012). Di era teknologi digital, literasi digital memainkan peran penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Integrasi literasi digital dalam pendidikan sangat penting untuk mempersiapkan generasi muda menghadapi tantangan global di masa depan, melalui pembaruan kurikulum, pelatihan guru, dan promosi etika digital (Hobbs, 2010). Oleh karena itu literasi digital perlu dikembangkan untuk membangun karakter bangsa guna menciptakan generasi yang cerdas dan kaya akan informasi serta kritis dalam memilih informasi yang baik dan benar.

2.1.1.4 Cara Memberdayakan Literasi Digital

Era digital yang terus berkembang, literasi digital menjadi elemen penting dalam dunia pendidikan, termasuk dalam pembelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Integrasi teknologi dalam proses belajar mengajar tidak hanya mempermudah akses informasi, tetapi memperkaya metode pembelajaran. Salah satu cara untuk memberdayakan literasi digital yaitu dengan mengintegrasikan teknologi dalam kurikulum pembelajaran IPA (Belshaw, 2011; Hague & Payton, 2010), hal ini bertujuan agar memperkaya pengalaman belajar peserta didik. Dengan adanya literasi digital seperti penggunaan teknologi untuk mencari informasi materi pembelajaran IPA, dan laboratorium virtual, peserta didik dapat melakukan eksperimen, menjelajahi konsep-konsep abstrak, serta mengakses informasi terkini secara lebih mudah dan interaktif (Audrin & Audrin, 2022). Hal ini tidak hanya meningkatkan minat belajar peserta didik, tetapi membekali peserta didik dengan keterampilan abad 21 yang sangat dibutuhkan di era digital seperti

kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kolaborasi (Ramdani et al., 2022; Rizal et al., 2021). (Belshaw, 2011) mengatakan bahwa ada delapan elemen esensial untuk mengembangkan literasi digital, sebagai berikut:

- a. Kultur, yaitu pemahaman ragam konteks pengguna dunia digital
- b. Kognitif, yaitu daya pikir dalam menilai konten
- c. Konstruktif, yaitu reka cipta sesuatu yang ahli dan aktual
- d. Komunikatif, yaitu memahami kinerja jejaring dan komunikasi di dunia digital
- e. Kepercayaan diri yang bertanggung jawab
- f. Kreatif, melakukan hal baru dengan cara baru
- g. Kritis dalam menyikapi konten, dan
- h. Bertanggung jawab secara sosial.

2.1.1.3 Indikator Literasi Digital

Hague dan Payton (2010) menjelaskan tentang indikator literasi digital menjadi delapan aspek yaitu: 1) Kemampuan melebihi fungsi (*Functional skill Beyond*); 2) Kreativitas (*Creativity*); 3) Kerjasama (*Collaboration*); 4) Komunikasi (*Communication*); 5) Kemampuan untuk mencari dan memilih informasi (*Ability to Find and Select Information*); 6) Analisis dan penilaian kritis (*Critical Thinking and Evaluation*); 7) Analisis dan penilaian kritis (*Cultural and social understanding*); dan 8) Keamanan Elektronik (*E-Safety*). Menurut Gilster (1997), terdapat empat indikator dasar yang menjadi landasan literasi digital, yaitu: kemampuan pencarian informasi di internet (*internet searching*), navigasi pada jaringan hiperteks (*hypertextual navigation*), evaluasi terhadap isi informasi (*content evaluation*), serta kemampuan menyusun dan mengintegrasikan pengetahuan yang diperoleh (*knowledge assembly*).

1. Pencarian Informasi

Kompetensi atau kemampuan ini mencakup beberapa komponen yaitu kemampuan untuk melakukan pencarian informasi melalui internet dengan menggunakan mesin pencarian, serta melakukan aktivitas di dalamnya (Fernanda et al., 2020).

2. Navigasi Jaringan

Kompetensi ini berhubungan dengan kemampuan membaca serta pemahaman secara dinamis terhadap lingkungan *hypertext*. Seseorang dituntut untuk memahami navigasi atau pandu arah dalam *web browser* yang tentunya berbeda dengan teks yang dijumpai dengan buku (Baumeister & Leary, 1997).

3. Evaluasi Konten

Kompetensi ini mencakup beberapa kemampuan yaitu kemampuan dalam membedakan antara tampilan dengan tampilan suatu halaman web yang dikunjungi, kemampuan menganalisa latar belakang informasi yang ada di internet meliputi kesadaran untuk menelusuri lebih jauh mengenai sumber dan pembuat informasi (Lankshear & Knobel, 2015).

4. Kemampuan Pengetahuan

Kompetensi ini mencakup kemampuan dalam mencari informasi melalui internet, kemampuan membuat suatu personal *newsfeed* atau pemberitahuan berita terbaru yang akan didapatkan dengan cara bergabung dan berlangganan berita dalam suatu *newsgroup*, *mailing list* atau grup diskusi yang lain.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa literasi digital mencakup kemampuan untuk mencari, mengevaluasi, dan memanfaatkan informasi secara efektif. Penelitian ini membatasi fokus pada empat komponen inti tersebut, yakni pencarian informasi, navigasi hiperteks, evaluasi konten, dan kemampuan menyusun pengetahuan.

2.1.1.5 Pengukuran Literasi Digital

Pengukuran literasi digital dapat dilakukan dengan beberapa metode untuk menilai sejauh mana peserta didik dapat menggunakan, mengevaluasi, dan berinteraksi dengan teknologi informasi dan komunikasi (Calvani et al., 2008). Untuk mengukur literasi digital peserta didik bisa dilakukan dengan cara memberikan instrumen non tes, beberapa teknik non tes yang diberikan:

1. Penilaian Praktis

Guru memberikan tugas kepada peserta didik, dan peserta didik harus memanfaatkan alat digital tertentu, seperti membuat presentasi digital, melakukan riset daring, atau membuat konten multimedia. Kinerja peserta didik

dapat dievaluasi berdasarkan seberapa baik menggunakan alat digital, kreativitas dalam memecahkan masalah, dan kualitas hasil akhir yang dihasilkan (Casey & Bruce, 2011) .

2. Pengamatan

Guru dapat mengamati peserta didik selama penggunaan teknologi di kelas. Keterampilan dalam mengoperasikan perangkat digital, navigasi di internet, dan kolaborasi melalui platform digital dapat dinilai untuk memberikan gambaran kemampuan literasi digital peserta didik (Calvani et al., 2008).

3. *Self-Assessment* (Penilaian Diri)

Peserta didik dapat diminta untuk menilai sendiri tingkat literasi digitalnya melalui kuesioner atau refleksi pribadi (Martin, 2006).

Pada penelitian ini, pengukuran literasi menggunakan metode *Self-Assessment* (Penilaian Diri) melalui angket dengan menggunakan skala likert. Dengan diberikannya penilaian diri ini akan memberikan gambaran tentang persepsi peserta didik terhadap kemampuan digitalnya.

2.1.2 Literasi Sains

Literasi sains adalah kajian teori yang dibahas kedua pada penelitian ini, karena literasi sains merupakan variabel terikat kedua pada penelitian ini. Berikut penjelasan mengenai literasi sains:

2.1.2.1 Pengertian Literasi Sains

Literasi sains merupakan salah satu kompetensi dalam pendidikan abad 21. Literasi sains adalah keterampilan yang diperlukan untuk memahami, mengevaluasi, dan menggunakan informasi ilmiah secara efektif. NRC mendefinisikan literasi sains sebagai pengetahuan dan pemahaman tentang konsep dan proses ilmiah yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari, dalam pengambilan keputusan pribadi, serta partisipasi dalam diskusi publik tentang isu-isu yang berkaitan dengan sains dan teknologi (*National Research Council*, 1996). *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) mendefinisikan literasi sains sebagai kapasitas untuk menggunakan pengetahuan ilmiah untuk mengidentifikasi pertanyaan, memperoleh pengetahuan baru, menjelaskan

fenomena ilmiah, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah (AAAS, 1989). Menurut Gormally et al., (2012) literasi sains didefinisikan sebagai kemampuan untuk mengorganisasi, menganalisis, dan menginterpretasikan informasi dan data kuantitatif sains serta memahami dan menganalisis metode penyelidikan saintifik.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa literasi sains adalah kompetensi esensial yang mencakup berbagai aspek pengetahuan dan keterampilan yang memungkinkan individu untuk memahami dan menggunakan informasi ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. Literasi sains melibatkan pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep ilmiah, keterampilan dalam menggunakan metode ilmiah, serta kemampuan untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah (Ramdani et al., 2023).

2.1.2.2 Urgensi Literasi Sains

Literasi sains dalam pembelajaran IPA memiliki peranan yang sangat penting, terutama dalam konteks kehidupan yang semakin tergantung pada sains dan teknologi. Dengan literasi sains, peserta didik dibekali pengetahuan dan keterampilan yang memungkinkan mereka membuat keputusan yang lebih baik di berbagai aspek kehidupan, seperti memilih gaya hidup yang sehat, memahami isu-isu lingkungan, dan mengadopsi teknologi baru (Mu'minah, 2021; Scholz et al., 2011). Pemahaman prinsip-prinsip ilmiah membantu peserta didik untuk mengevaluasi informasi secara kritis, membedakan antara fakta dan opini, serta mencari sumber informasi yang kredibel. Selain itu, literasi sains berperan penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik. Melalui kegiatan ilmiah seperti eksperimen dan proyek, peserta didik dilatih untuk merumuskan pertanyaan, merancang eksperimen, menganalisis data, dan menarik kesimpulan (Suwarno et al., 2020). Proses ini tidak hanya menambah pengetahuan, tetapi mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang sangat diperlukan dalam berbagai bidang kehidupan. Dengan demikian, literasi sains tidak hanya mempersiapkan individu untuk beradaptasi dengan tantangan zaman, tetapi membentuk generasi yang lebih cerdas dan inovatif dalam menghadapi masa depan (Mawarni et al., 2021; Turiman et al., 2012). Berdasarkan pemaparan di atas, dapat

disimpulkan bahwa literasi sains adalah kunci untuk membuka pintu menuju pemahaman yang lebih dalam tentang dunia dan dirinya sendiri.

2.1.2.3 Cara Memberdayakan Literasi Sains

Pengembangan literasi sains dalam konteks pendidikan bertujuan untuk membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis, mengevaluasi informasi ilmiah secara cermat, dan mengambil keputusan yang didasarkan pada bukti-bukti ilmiah yang kuat (Nugroho et al., 2021). Hal ini sangat penting dalam menghadapi berbagai tantangan global seperti perubahan iklim, permasalahan lingkungan, serta perkembangan teknologi yang begitu pesat. Oleh karena itu, integrasi literasi sains diperlukan agar peserta didik tidak hanya menguasai konsep-konsep sains, melainkan mampu mengaitkan relevansi konsep tersebut dengan konteks sosial dan lingkungan. Martins (2006) mengintegrasikan beberapa cara literasi sains dalam proses pembelajaran, yaitu:

1. Dalam buku teks sains

Penggunaan buku teks sains yang menyertakan persoalan literasi sains memberikan peluang bagi peserta didik untuk memahami konsep ilmiah sekaligus merenungkan isu-isu nyata yang relevan dengan kehidupan mereka.

2. Dalam materi sains

Pengintegrasian isu-isu sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat dalam materi pembelajaran memungkinkan peserta didik untuk melihat hubungan antara sains dan konteks dunia nyata. Dengan cara ini, peserta didik tidak hanya belajar sains sebagai ilmu, tetapi memahami bagaimana teknologi dan pengetahuan ilmiah mempengaruhi lingkungan hidupnya.

3. Guru IPA perlu disadarkan akan pentingnya komponen sains kemudian dapat mengajarkannya di kelas.

Peran guru IPA sangat penting dalam proses ini. guru harus disadarkan akan pentingnya komponen literasi sains, sehingga tidak hanya mengajarkan konsep-konsep dasar, tetapi mampu memfasilitasi diskusi kritis tentang penerapan sains dalam kehidupan nyata.

Salah satu cara untuk mengintegrasikan hal tersebut yaitu dengan menerapkan pendekatan saintifik dalam proses pembelajaran. Penerapan

pendekatan saintifik dalam pembelajaran IPA dapat menjadi wahana yang efektif untuk menumbuhkan literasi sains pada peserta didik (Mayis & Genç, 2015). Dengan mengajak peserta didik mengamati fenomena alam, mengajukan pertanyaan, mencari informasi dari berbagai sumber, menganalisis data, dan mengomunikasikan hasil temuannya, proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan bermakna.

2.1.2.4 Indikator Literasi Sains

Indikator keterampilan literasi sains yang dapat digunakan dalam membuat instrumen penilaian yaitu *indikator Test of Scientific Literacy Skills* (TOSLS) yang dikembangkan oleh Gormally et al., (2012) dibandingkan dengan indikator yang lain indikator ini lebih mudah diaplikasikan dalam membuat instrumen untuk mengukur keterampilan literasi sains. Terdapat dua indikator keterampilan literasi sains yang dikembangkan oleh Gormally et al., (2012), indikator yang pertama yaitu memahami metode penyelidikan yang mengarah pada pengetahuan ilmiah. Sub indikator ini (1) mengidentifikasi argumen ilmiah yang sesuai, (2) menggunakan pencarian literatur yang efektif, (3) mengevaluasi penggunaan informasi ilmiah, (4) memahami elemen desain penelitian dan bagaimana mempengaruhi penemuan ilmiah. Indikator yang kedua yaitu mengatur, menganalisis, dan menafsirkan data kuantitatif dan informasi ilmiah, meliputi sub indikator (1) membuat grafik yang dapat mewakili data, (2) membaca dan menafsirkan data, (3) memecahkan masalah menggunakan kemampuan kuantitatif termasuk probabilitas dan statistik, (4) memahami dan mampu menafsirkan statistik dasar, (5) menyajikan kesimpulan, prediksi berdasarkan data kuantitatif (Gormally et al., 2012).

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa indikator kemampuan literasi sains berfungsi sebagai tolak ukur yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kemampuan literasi sains peserta didik. Indikator ini digunakan sebagai instrumen evaluasi untuk menilai sejauh mana peserta didik telah menguasai kompetensi literasi sains.

2.1.2.5 Cara Pengukuran Literasi Sains

Pengukuran literasi sains dalam pembelajaran IPA dapat dilakukan melalui beberapa metode yang menilai pemahaman dan kemampuan peserta didik dalam menerapkan konsep-konsep ilmiah. Berikut beberapa cara yang umum digunakan:

1. Instrumen tes

Tes ini dirancang untuk mengukur sejauh mana peserta didik memahami konsep-konsep dasar dalam IPA, seperti biologi, fisika, atau kimia. Soal tes dapat berupa pilihan ganda, esai singkat, atau tes uraian yang menuntut peserta didik menjelaskan fenomena ilmiah dan konsep yang dipelajari (Anderson, et. al., 2001).

2. Instrumen non tes

Instrumen non tes dapat berupa angket atau penilaian lembar kerja peserta didik dalam pelaksanaan pembelajaran yang berbasis proyek atau praktikum (Muhtadi & Alvin Aldiya, 2019).

Dalam penelitian ini, pengukuran literasi sains dilakukan dengan menggunakan instrumen tes berupa soal uraian yang terdiri atas bacaan sains yang bertujuan untuk mencapai kemampuan kognitif peserta didik.

2.1.3 Hasil Belajar Kognitif

Hasil belajar kognitif adalah kajian teori yang dibahas ketiga pada penelitian ini, karena hasil belajar kognitif merupakan variabel terikat ketiga pada penelitian ini. Berikut penjelasan mengenai hasil belajar kognitif:

2.1.3.4 Pengertian Hasil Belajar Kognitif

Belajar adalah suatu proses yang bertahap dimana seseorang menyesuaikan atau mengadaptasi perilakunya (Jones & Skinner, 1939). Belajar adalah aktivitas mengumpulkan atau mengingat kembali fakta-fakta yang disajikan dalam bentuk informasi dari materi pembelajaran (Wibowo, 2020). Gredler, (1986) mendefinisikan belajar sebagai proses memperoleh berbagai kemampuan, keterampilan, dan sikap. Belajar merupakan tahapan perubahan seluruh tingkah laku individu yang relatif menetap sebagai hasil pengalaman dan interaksi dengan lingkungan yang melibatkan proses kognitif (Suarim & Neviyarni, 2021). Dari

pengertian di atas, dapat disimpulkan belajar adalah salah satu bentuk proses berpikir yang melibatkan pemahaman, analisis, evaluasi, dan penerapan informasi untuk menghasilkan perubahan perilaku. Perubahan perilaku merupakan hasil dari proses berpikir. Proses berpikir adalah kemampuan seseorang dalam mengolah informasi, menganalisis situasi, dan membuat keputusan yang dapat mengarah pada tindakan atau reaksi yang berbeda dari sebelumnya. Dalam proses pembelajaran, proses berpikir seseorang dapat dilihat dari ciri-cirinya, yaitu mendengarkan, berdiskusi, menulis, membaca, dan menyelesaikan masalah (Bonwell & Eison, 1991).

Hasil belajar merupakan perubahan dalam pengetahuan, keterampilan, sikap, atau perilaku seseorang sebagai hasil dari proses pembelajaran. Perubahan ini biasanya terukur dan tercermin dalam kemampuan seseorang untuk memahami konsep, memecahkan masalah, menerapkan keterampilan, atau menunjukkan pemahaman dalam konteks tertentu. Hasil belajar dapat dilihat dari tiga aspek utama: (1) Kognitif (pengetahuan) melibatkan kemampuan berpikir, seperti memahami konsep, menganalisis informasi, dan memecahkan masalah. (2) Afektif (sikap dan nilai) berkaitan dengan perubahan dalam sikap, nilai, dan minat seseorang terhadap sesuatu. (3) Psikomotor (keterampilan fisik) berkaitan dengan keterampilan yang memerlukan aktivitas fisik, seperti motorik halus dan kasar. Purwanto (2016) mendefinisikan bahwa hasil belajar dapat dipahami dengan melihat makna dari dua kata yang menyusunnya, yaitu "hasil" dan "belajar." Istilah hasil (*product*) merujuk pada pencapaian atau perolehan dari suatu aktivitas atau proses yang menghasilkan perubahan pada input secara fungsional.

Adapun menurut Munaf (2001) mengatakan bahwa hasil belajar merupakan tingkat keberhasilan peserta didik dalam memahami materi pelajaran di sekolah, yang dinyatakan melalui skor yang diperoleh dari tes terhadap sejumlah materi pelajaran tertentu. Hasil belajar kognitif adalah segala bentuk perubahan dalam pengetahuan atau pemahaman yang terjadi dalam diri peserta didik sebagai hasil dari proses belajar, termasuk kemampuan untuk mengidentifikasi masalah, mengevaluasi informasi, dan menghasilkan solusi berdasarkan pengetahuan yang dimiliki (Umami et al., 2021). Hasil belajar kognitif adalah kemampuan yang

dicapai oleh peserta didik dalam memahami, mengingat, dan menerapkan informasi atau konsep yang dipelajari. Hasil belajar kognitif mengacu pada peningkatan kemampuan berpikir dan intelektual yang diperoleh peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Hal ini melibatkan pengembangan kemampuan peserta didik untuk mengingat informasi (pengetahuan), memahami konsep-konsep (pemahaman), menerapkan teori dalam praktik (aplikasi), serta menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi informasi secara kritis.

2.1.3.2 Urgensi Hasil Belajar Kognitif

Hasil belajar kognitif merupakan aspek penting yang mencerminkan pencapaian peserta didik melalui proses pendidikan (Apostolou & Linardatos, 2023). Dalam dunia pendidikan, pengembangan kognitif menjadi perhatian utama karena berkaitan erat dengan kemampuan peserta didik untuk memahami, mengingat, menganalisis, dan menerapkan pengetahuan yang diperoleh dalam situasi nyata (Anderson, 2001). Urgensi hasil belajar kognitif terletak pada peran fundamentalnya dalam membentuk individu yang mampu berpikir kritis, kreatif, serta mampu menghadapi tantangan yang semakin kompleks di dunia modern (Phafiandita et al., 2022; Ramdani et al., 2022). Hasil belajar kognitif memungkinkan peserta didik untuk mencapai pemahaman yang mendalam tentang berbagai konsep, teori, dan prinsip yang diajarkan di sekolah (Phafiandita et al., 2022). Dengan kemampuan kognitif, peserta didik tidak hanya menghafal informasi, tetapi mampu menganalisis, mengevaluasi, dan menerapkan pengetahuan tersebut dalam berbagai situasi. Hal ini sangat penting karena pendidikan bukan hanya soal pengetahuan teoritis, tetapi bagaimana peserta didik dapat memanfaatkan ilmu yang diperolehnya untuk menyelesaikan masalah nyata. Dengan demikian, pengembangan kognitif tidak hanya memberikan manfaat pada level individu, tetapi pada level interpersonal dan sosial.

2.1.3.3 Cara Memberdayakan Hasil Belajar Kognitif

Hasil belajar kognitif adalah langkah penting untuk memastikan peserta didik tidak hanya memahami materi secara mendalam, tetapi mampu menerapkan pengetahuan tersebut secara efektif dalam kehidupan sehari-hari (Nguyen & Thai, 2023). Peningkatan hasil belajar kognitif dapat diperoleh dengan mengoptimalkan

literasi digital dan literasi sains. Literasi digital memberikan akses terhadap sumber belajar yang tak terbatas, sedangkan literasi sains membekali peserta didik dengan alat untuk menganalisis dan menginterpretasi informasi tersebut. Kolaborasi kedua literasi ini mendorong terbentuknya pemahaman konsep yang lebih mendalam dan berkelanjutan (Phafiandita et al., 2022). Memberdayakan hasil belajar kognitif membutuhkan pendekatan yang beragam dan terfokus, mulai dari pembelajaran aktif, teknologi, kolaborasi, hingga refleksi diri (Apostolou & Linardatos, 2023; Rusmansyah et al., 2023). Kolaborasi antara literasi digital dan literasi sains mendorong pemahaman yang lebih mendalam, dan melalui refleksi diri, peserta didik dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kreatif yang sangat diperlukan untuk menghadapi tantangan masa depan (Kong, 2014). Untuk menghadapi tantangan tersebut, salah satu teori belajar dapat digunakan dalam penelitian ini yaitu teori konstruktivisme.

Teori konstruktivisme sangat cocok digunakan dalam penelitian ini karena menekankan pada proses aktif peserta didik dalam membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung dan interaksi sosial (Ardianti et al., 2022). Penggunaan *e-comic* berbasis *engineering design process* memungkinkan peserta didik terlibat secara aktif dalam penyelesaian masalah dan refleksi, yang merupakan inti dari konstruktivisme. Pada teori konstruktivisme, peserta didik tidak hanya menerima informasi, tetapi secara aktif mencari, menganalisis, dan membangun pengetahuannya sendiri (Nerita et al., 2023). Teori konstruktivisme mendukung pengembangan literasi digital dan sains, peserta didik diajak untuk mengeksplorasi dan menilai informasi dengan cara yang lebih interaktif dan aplikatif (Jenita et al., 2023). Dengan demikian, konstruktivisme memberikan landasan yang kuat untuk meningkatkan hasil belajar kognitif dan keterampilan literasi peserta didik dalam penelitian ini.

2.1.3.4 Indikator Hasil Belajar Kognitif

Hasil belajar kognitif, sesuai taksonomi Bloom ranah kognitif yang telah direvisi Anderson et., Al (2001) menjelaskan bahwa pembuatan soal dapat bervariasi pada proses kognitif sebagai berikut:

1. Mengingat (*Remember*)

Mengingat merupakan suatu usaha mendapatkan kembali pengetahuan dan memori atau ingatan yang telah terjadi atau lampau, baik yang baru saja didapat ataupun yang sudah lama didapatkan.

2. Memahami/mengingat (*Understand*)

Memahami/mengerti berkaitan dengan membangun sebuah pengertian dari berbagai sumber seperti pesan, bacaan dan komunikasi. Memahami/mengerti yang berkaitan dengan aktivitas mengklasifikasikan (*classification*) dan membandingkan (*comparing*).

3. Menerapkan (*Apply*)

Menerapkan menunjuk pada proses kognitif memanfaatkan atau mempergunakan suatu prosedur untuk melaksanakan percobaan atau menyelesaikan permasalahan. Menerapkan berkaitan dengan dimensi pengetahuan prosedural (*procedural knowledge*). Menerapkan meliputi kegiatan menjalankan prosedur (*executing*) dan mengimplementasikan (*implementing*).

4. Menganalisis (*Analyze*)

Menganalisis merupakan memecahkan suatu permasalahan dengan memisahkan tiap-tiap bagian dari permasalahan dan mencari keterkaitan dari tiap-tiap bagian tersebut dan mencari tahu bagaimana keterkaitan tersebut dapat menimbulkan permasalahan. Kemampuan menganalisis merupakan jenis kemampuan yang banyak dituntut dari kegiatan pembelajaran di sekolah-sekolah.

5. Mengevaluasi (*Evaluate*)

Evaluasi berkaitan dengan proses kognitif memberikan penilaian berdasarkan kriteria dan standar yang sudah ada. Kriteria yang biasanya digunakan adalah kualitas, efektivitas, efisiensi, dan konsistensi. Kriteria atau standar ini dapat pula ditentukan sendiri oleh peserta didik.

6. Menciptakan (*Create*)

Menciptakan mengarah pada proses kognitif meletakkan unsur-unsur secara bersama-sama untuk membentuk kesatuan yang koheren dan mengarahkan peserta didik untuk menghasilkan suatu produk baru dengan mengorganisasikan beberapa unsur menjadi bentuk atau pola yang berbeda dari sebelumnya.

Taksonomi Anderson *et.,. al* (2001) disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Taksonomi Anderson dan Krathwohl

Kategori dan Proses Kognitif	Objek Alternatif	Definisi dan Contoh
Mengingat - mengingat masa lalu atau mengenali informasi yang spesifik		
Mengenali	Mengidentifikasi	Menempatkan pengetahuan dalam memori jangka panjang yang sesuai dengan pengetahuan tersebut (misalnya, mengenali penemu hukum newton)
Mengingat kembali	Mengambil	Mengambil pengetahuan yang relevan dari memori jangka panjang (misalnya, mengenali penemu hukum newton)
Memahami – Mengkonstruksi makna dari materi pembelajaran, termasuk apa yang diucapkan, ditulis, dan digambar oleh guru		
Menginterpretasi	Menjelaskan Mengungkapkan kembali Memberi contoh Menterjemah	Berubah bentuk dari bentuk yang disajikan
Menggambarkan dengan memberikan contoh	Mengilustrasikan Menerangkan dengan contoh	Mencari satu contoh khusus ilustrasi dari satu konsep atau hukum
Menggolongkan	Mengkategorikan Mengumpul	Mengenali sesuatu berdasarkan pengkategorian
Menerapkan – Menjalankan atau menggunakan sesuatu prosedur (langkah-langkah dalam situasi tertentu)		
Menjalankan	Menjalankan	Mengaplikasikan suatu prosedur pada tugas yang diketahui
Menganalisis - Memecah-mecah materi jadi bagian-bagian penyusunnya dan menentukan hubungan-hubungan antar bagian itu dan hubungan antara bagian-bagian tersebut dengan keseluruhan struktur atau tujuan		
Mengimplementasikan	Menggunakan	Menerapkan suatu prosedur pada tugas yang tidak familiar (misalnya, menggunakan Hukum Newton kedua pada konteks yang tepat)

Kategori dan Proses Kognitif	Objek Alternatif	Definisi dan Contoh
Mengevaluasi - Mengambil keputusan berdasarkan kriteria atau standar		
Memeriksa	Menilai	Menemukan kesalahan dalam suatu proses atau produk; menemukan efektivitas suatu prosedur yang sedang dipraktikkan
Mencipta - Memadukan bagian-bagian untuk membentuk sesuatu yang baru dan koheren atau untuk membuat suatu produk yang orisinal		
Merumuskan	Membuat Hipotesis	Membuat hipotesis-hipotesis berdasarkan kriteria
Merencanakan	Mendesain	Merencanakan prosedur untuk menyelesaikan tugas
Memproduksi	Mengkonstruksi	Menciptakan suatu produk

(Sumber: Anderson et., al, 2001)

Berdasarkan uraian tersebut, penulis menyimpulkan bahwa hasil belajar kognitif adalah suatu usaha yang dicapai oleh peserta didik setelah mengikuti proses belajar yang ditandai dengan adanya perubahan tingkah laku. Hasil belajar dapat diukur melalui butir soal pada bidang kognitif diantaranya adalah mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6).

2.1.3.5 Cara Pengukuran Hasil Belajar Kognitif

Pengukuran hasil belajar kognitif bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan peserta didik dalam memahami, menganalisis, dan menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh. Selain sebagai alat untuk mengetahui sejauh mana tujuan pembelajaran tercapai, penilaian kognitif berfungsi sebagai evaluasi untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan peserta didik dalam memahami materi pelajaran (Salsabila Siregar, et al., 2023). Dengan adanya penilaian ini peserta didik dapat lebih fokus dalam memperbaiki hasil belajar, sehingga proses belajar menjadi lebih efektif dan kualitas pembelajaran secara keseluruhan meningkat (Rosyidi, 2020). Instrumen yang dapat digunakan dalam penilaian kognitif diantaranya:

- a) Tes uraian, merupakan salah satu instrumen penilaian yang umum digunakan.

Tes uraian disebut sebagai tes subjektif atau esai, tes ini menuntut peserta didik

untuk menyusun jawaban dalam bentuk uraian tulisan. Tes uraian bertujuan untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam mengorganisasi ide, menyusun argumentasi, dan menyampaikan gagasan secara koheren dan komunikatif (Rosyidi, 2020).

- b) Tes objektif, merupakan instrumen penilaian yang menuntut peserta didik untuk memberikan jawaban singkat dan spesifik. Tes objektif disebut sebagai *short answer test*. Butir soal dalam tes objektif umumnya disajikan dalam bentuk pilihan ganda, benar-salah, atau isian singkat (Kastner & Stangl, 2011; Putri, et al., 2022).

Dalam penelitian ini, hasil belajar kognitif diukur menggunakan tes berbentuk uraian, hal ini memungkinkan peserta didik untuk memberikan jawaban yang lebih terstruktur dan mendalam, serta menilai kemampuan peserta didik dalam menganalisis dan mengembangkan pemikiran kritis.

2.1.4 Media Pembelajaran *E-comic*

Media pembelajaran *e-comic* berbasis *engineering design process* merupakan variabel bebas pada penelitian ini. Berikut penjelasan mengenai media pembelajaran *e-comic*:

2.1.4.1 Pengertian Media

Media dalam proses pembelajaran cenderung diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronis, yang berfungsi untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal. Media dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang dapat dipergunakan untuk menyalurkan pesan, merangsang pikiran, perasaan, atau perhatian, dan kemauan peserta didik, sehingga peserta didik dapat terdorong terlibat dalam proses pembelajaran (Heinich, et al., 1999). Menurut Heinich, et al, (1999) menyatakan bahwa media dalam proses pembelajaran adalah sarana komunikasi, mencakup berbagai bentuk seperti film, televisi, diagram, bahan cetak, dan digital.

Munadi, (2013) mendefinisikan media pembelajaran sebagai segala sesuatu yang berfungsi untuk menyampaikan dan menyalurkan pesan dari sumber secara terencana sehingga tercipta lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif. Berdasarkan pemaparan

di atas, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah alat yang digunakan dalam proses pembelajaran yang berfungsi untuk memfasilitasi transfer informasi dan pemahaman kepada peserta didik.

2.1.4.2 Fungsi Media Pembelajaran

Proses pembelajaran dapat berhasil dengan baik jika peserta didik berinteraksi dengan semua alat inderanya. Media pembelajaran dapat berfungsi dengan baik apabila media tersebut dapat digunakan secara perorangan atau kelompok. Adapun lima fungsi tersebut adalah (1) media pembelajaran berfungsi sebagai sumber belajar, (2) fungsi semantik, (3) fungsi manipulatif (4) fungsi psikologis, dan (5) fungsi sosio-kultural. Adapun menurut (Geraldch, 2003) menjelaskan bahwa fungsi media dalam pembelajaran dapat:

1. Bersifat Fiksatif

Artinya media memiliki kemampuan untuk menangkap, menyimpan kemudian menampilkan kembali suatu objek atau kejadian. Dengan kemampuan ini suatu objek dan kejadian dapat digambar, dipotret, direkam, difilmkan kemudian hasilnya dapat disimpan dan pada saat diperlukan dapat ditunjukkan dan diamati kembali, atau dapat ditampilkan kembali.

2. Bersifat Manipulatif

Artinya menampilkan kembali objek atau kejadian dengan berbagai macam perubahan dimanipulasi sesuai keperluan, misalnya dirubah ukurannya, benda yang besar dapat dikecilkan benda yang kecil dapat dibesarkan, kecepatannya, warnanya, serta dapat diulang-ulang penyajiannya, sehingga semuanya dapat diatur untuk dibawa keruangan kelas.

3. Bersifat Distributif

Artinya dengan menggunakan media dapat menjangkau audien yang lebih luas yang besar jumlahnya dalam satu kali penyajian secara serempak. Misalnya siaran televisi, radio dan surat kabar.

2.1.4.3 Jenis/Klasifikasi Media

Ada beberapa cara dan sudut pandang untuk menggolongkan atau mengklasifikasikan media pembelajaran dengan dasar pertimbangan tertentu. Penggolongan media ini dapat dilakukan dengan berdasarkan pada ruang lingkup

pengertian media menurut para ahli yang mengemukakannya. Klasifikasi media menurut Miarso, (2004) mengidentifikasi jenis-jenis media berdasarkan tiga unsur pokok, yaitu: suara, visual dan gerak. Berdasarkan tiga unsur tersebut, Bretz mengklasifikasikan media ke dalam delapan kelompok, yaitu: (1) media audio, (2) media cetak, (3) media visual diam, (4) media visual gerak, (5) media audio semi gerak, (6) media semi gerak, (7) media audio visual diam, serta (8) media audio visual gerak. Selain digunakan sebagai alat perantara media pembelajaran dipergunakan dalam mencapai tujuan atau kompetensi dasar.

Sejalan dengan perkembangan teknologi, maka media pembelajaran mengalami perkembangan melalui pemanfaatan teknologi. Berdasarkan perkembangan teknologi tersebut, Arsyad (2002) mengklasifikasikan media menjadi kelompok:

1. Media hasil teknologi cetak
2. Media hasil teknologi audio-visual
3. Media hasil teknologi berbasis komputer
4. Media hasil gabungan teknologi cetak dan komputer.

Media digolongkan atas dasar tingkat teknologi yang digunakan sehingga penggolongan media sangat dipengaruhi oleh perkembangan teknologi. Adapun untuk penggunaan media pembelajaran pada penelitian ini yaitu dengan bantuan teknologi berbasis komputer.

2.1.4.4 Media Pembelajaran *E-comic* Berbasis *Engineering Design Process*

Komik merupakan media yang unik, komik menggabungkan teks dan gambar dalam bentuk yang kreatif. McCloud, (1994) menjelaskan komik sebagai gambar yang berjajar dalam urutan yang disengaja, dimaksudkan untuk menyampaikan informasi dan menghasilkan respon estetik dari pembaca. Komik merupakan media visual yang memanfaatkan sinergi antara gambar dan teks untuk menyampaikan narasi. Komik dapat menjadi alat pembelajaran yang efektif. Dengan menggabungkan unsur hiburan dan edukasi, komik mampu menyampaikan informasi kompleks dengan cara yang sederhana dan menarik. Kolaborasi antara gambar dan teks membuat materi pembelajaran lebih mudah dipahami dan diingat.

Komik terbagi menjadi dua kategori antara lain komik cetak dan komik digital (Rahmatunnisa et al., 2023)

a) Komik Cetak

Komik cetak merupakan media visual naratif yang dicetak pada lembaran kertas dan dijilid dalam bentuk buku.

b) Komik Digital

Komik digital memiliki karakteristik yang serupa dengan komik konvensional, namun dengan penyesuaian terhadap platform digital. Secara umum, komik merupakan media yang efektif untuk menyampaikan cerita karena menggabungkan unsur visual dan teks

Geralch, (2003) mengategorikan unsur-unsur komik ke dalam dua bagian utama: unsur sampul (judul, credits, dan indicia) dan unsur isi (panel, gang, narasi, dan balon kata). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dalam pengembangan komik digital, perhatian utama ditujukan pada unsur-unsur seperti judul, panel, gang, dan narasi sebagai fondasi penyusunan cerita visual yang efektif. Adapun kelebihan dan kelemahan dari komik digital menurut (Geralch, 2003) adalah sebagai berikut:

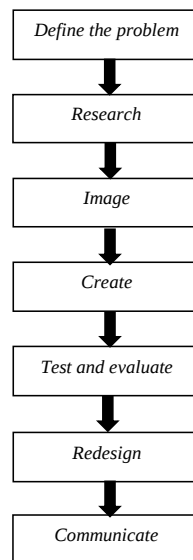
a) Kelebihan

1. Media komik terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Visualisasi cerita melalui gambar pada komik memungkinkan peserta didik untuk melakukan proses internalisasi informasi secara lebih mendalam, sehingga kemampuan mengingat peserta didik terhadap materi pelajaran menjadi lebih baik.
2. Ilustrasi gambar pada komik berfungsi sebagai representasi visual yang konkret dari konsep abstrak dalam materi pelajaran, sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami dan mengingat informasi. Dengan demikian, komik dapat menyajikan materi pembelajaran secara lebih komprehensif dan menarik.
3. Selain mampu meningkatkan minat baca, media ini dapat digunakan sebagai alat bantu untuk memperkaya pemahaman peserta didik dalam berbagai disiplin ilmu.

b) Kelemahan

1. Tidak semua peserta didik memiliki gaya belajar visual.
2. Penggunaan bahasa dalam beberapa komik terkadang kurang tepat.
3. Banyak komik mengandung unsur kekerasan dan perilaku negatif.

Engineering Design Process merupakan bagian dari pendekatan STEM yang berfungsi untuk melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik. *Engineering Design Process* adalah model pembelajaran yang digunakan guru dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah dan mengenalkannya pada pembelajaran berbasis teknologi (Nurtanto et al., 2020). *Engineering Design Process* adalah sebuah strategi yang menghubungkan sains, matematika dan teknologi dalam memecahkan suatu masalah melalui keterampilan berpikir, kreatif, merencanakan solusi, membuat keputusan, serta mempertumbangkan kembali solusi yang dijadikan sebagai pemecahan masalah (Abdurrahman et al., 2023). Tahapan-tahapan *engineering design process* diilustrasikan pada gambar berikut:



Gambar 2.1 Tahapan *Engineering Design Process*
(Sumber: Jolly, 2016)

Van Meeteren menjelaskan bahwa *Engineering Design Process* (EDP) merupakan salah satu pendekatan dalam model pembelajaran yang bertujuan untuk mengidentifikasi serta menyelesaikan masalah, dengan karakteristik sebagai

berikut: (1) Iteratif, yaitu terdapat proses pengulangan terhadap sekumpulan instruksi. (2) Terbuka, artinya terdapat banyak kemungkinan solusi yang dapat ditemukan. (3) Kontekstual, artinya digunakan dalam pembelajaran ilmiah yang mencakup matematika dan konsep teknologi. (4) Memberikan stimulus terhadap sistem berpikir, pemodelan, dan analisis (Meeteran, 2010).

Pembelajaran sains yang berbasis *Engineering Design Process* adalah pendekatan yang dapat melatih proses berpikir dan kemampuan kognitif peserta didik menjadi lebih baik (Deke et al., 2022; Syukri et al., 2018). Melalui kegiatan pembelajaran berbasis desain teknik, peserta didik akan belajar cara menganalisis situasi, mengumpulkan informasi yang relevan, mendefinisikan masalah, serta mengevaluasi dan menghasilkan ide secara kreatif. Selain itu, peserta didik akan belajar mengembangkan ide untuk menyelesaikan masalah secara efektif, serta mengevaluasi dan memperbaiki solusi yang telah dibuat. Hal ini sejalan dengan tujuan pembelajaran sains, yaitu mengembangkan sikap ilmiah melalui kegiatan praktis dan ilmiah di kalangan peserta didik (Fitriani et al., 2020).

Engineering design process dapat diterapkan dalam pembelajaran IPA. Penggunaan *engineering design process* dapat diterapkan melalui penerapan media *e-comic*. Media *e-comic* dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif bagi peserta didik. Setiap tahap *engineering design process* dapat divisualisasikan dengan jelas dalam bentuk komik digital. Dengan adanya media *e-comic* berbasis *engineering design process* dapat membantu peserta didik untuk memahami langkah-langkah pemecahan masalah secara berurutan dengan mengintegrasikan elemen sains, teknologi, dan matematika.

2.1.5 Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah merupakan materi yang digunakan pada penelitian ini. Berikut pemaparan mengenai materi sistem peredaran darah:

2.1.5.1 Pengertian Sistem Peredaran Darah

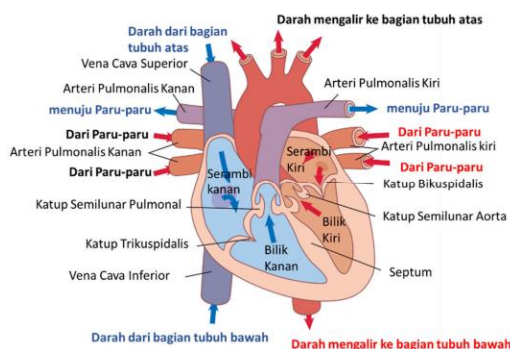
Sistem peredaran darah adalah jaringan yang berfungsi untuk mendistribusikan darah ke seluruh tubuh, membawa oksigen dan nutrisi ke sel-sel, serta mengangkut karbon dioksida dan limbah metabolik ke organ pengeluaran

(Sherwoods, 2018). Sistem peredaran darah berperan terhadap homeostasis dan berperan sebagai pengangkut di tubuh, yang terdiri dari jantung, pembuluh darah, dan darah.

2.1.5.2 Organ Penyusun Sistem Peredaran Darah pada Manusia

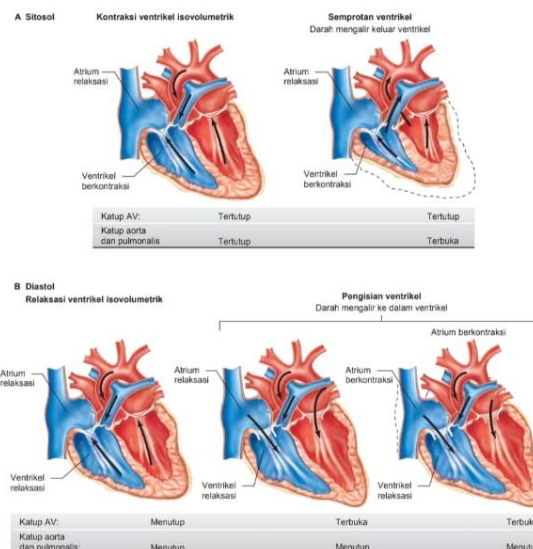
Berikut beberapa organ penyusun sistem peredaran darah manusia:

1. Jantung



Gambar 2.2 Jantung dan Bagian-Bagiannya
(Sumber:Barrett, 2012)

Jantung merupakan pusat sistem peredaran darah manusia karena berperan sebagai alat pemompa darah sehingga darah dapat beredar ke seluruh tubuh. Jantung mempunyai 3 lapisan yaitu: perikardium (pembungkus bagian luar), miokardium (lapisan otot jantung), dan endokardium (selaput yang membatasi rongga jantung). Jantung pada manusia terdiri atas empat ruang yaitu (Sherwods, 2018): serambi kanan (*atrium dexter*), serambi kiri (*atrium sinister*), bilik kanan (*ventrikel dexter*) dan bilik kiri (*ventrikel sinister*). Di antara serambi kanan dan kiri, dan antara bilik kanan dan kiri dipisahkan oleh sekat. Antara serambi dan bilik di bawahnya dipisahkan oleh sebuah klep atau katup sehingga darah mengalir hanya dari satu atrium ke satu ventrikel (Weinhaus, 2015). Klep adalah lembaran yang mempertahankan agar darah mengalir dalam satu arah. Klep antara serambi kiri dan bilik kiri disebut valvula bikuspidalis (klep dua daun). Klep antara serambi kanan dan bilik kanan disebut valvula trikuspidalis (klep tiga daun). Klep lain terdapat pada pangkal batang nadi (aorta) yang berbentuk bulan sabit disebut valvula semilunaris (Weinhaus, 2015).



Gambar 2.3 Jantung dan Bagian-Bagiannya
(Sumber: Barrett, 2012)

Jantung terus menerus bekerja memompa darah ke seluruh bagian tubuh. Apabila serambi jantung mengembang, maka jantung menghisap darah dari pembuluh balik (*vena cava superior* dan *vena cava inferior*) masuk ke dalam serambi kanan dan dari vena pulmonalis darah masuk ke serambi kiri. Vena pulmonalis mengandung darah yang kaya oksigen. Setiap kali berdetak, jantung memompa darah ke pembuluh darah besar dalam sistem peredaran darah. Saat darah bergerak di seluruh tubuh, darah memberi tekanan pada dinding pembuluh darah (Purjiyanta, 2007). Hasil pembacaan tekanan darah terdiri dari dua nilai:

- Tekanan darah sistolik adalah tekanan saat jantung berdetak – saat otot jantung berkontraksi (menekan) dan memompa darah kaya oksigen ke dalam pembuluh darah.
- Tekanan darah diastolik adalah tekanan pada pembuluh darah saat otot jantung berelaksasi. Tekanan diastolik selalu lebih rendah daripada tekanan sistolik.

Tekanan darah diukur dalam satuan milimeter air raksa (mmHg). Hasil pengukuran selalu diberikan secara berpasangan, dengan nilai tertinggi (sistolik) terlebih dahulu, diikuti oleh nilai terendah (diastolik) (Purjiyanta, 2007).

2. Pembuluh Darah

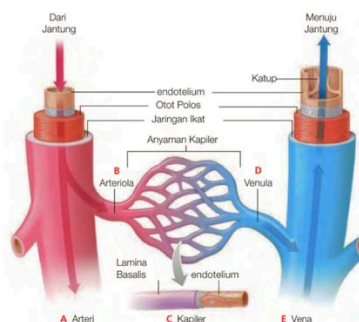
Pembuluh darah merupakan saluran untuk mengarahkan dan menyebarkan darah dari jantung ke semua bagian tubuh untuk dikembalikan ke jantung.

Tabel 2.2 Perbedaan Vena, Arteri, dan Kapiler

Tipe Pembuluh Darah	Fungsi	Struktur
Vena	Membawa darah dari kapiler di seluruh tubuh ke jantung	Dinding tipis, banyak terdapat katup untuk mencegah darah kembali
Arteri	Membawa darah dari jantung ke kapiler di seluruh tubuh	Dinding tebal untuk menahan tekanan darah
Kapiler	Pertukaran materi antara pembuluh darah dan jaringan	Ukuran kecil atau mikroskopis tersusun dari satu lapisan endotelium

(Sumber: Purjiyanta, 2007)

Untuk memahami struktur pembuluh darah yang membawa darah keluar atau masuk ke jantung, perhatikan gambar berikut!



Gambar 2.4 Perbandingan Struktur Pembuluh Darah Arteri, Arteriola, Kapiler, Venula, dan Vena

(Sumber: Campbell et al., 2014)

a) Arteri (Pembuluh Nadi)

Pembuluh nadi berfungsi mengalirkan darah ke luar dari jantung. Pembuluh nadi dibedakan menjadi tiga yaitu aorta, arteri dan arteriol. Aorta adalah pembuluh nadi terbesar tubuh yang membawa darah keluar dari jantung ke banyak percabangan pembuluh nadi yang menyebarkannya ke seluruh bagian-bagian tubuh. Arteriol merupakan percabangan dari arteri yang lebih kecil (Purjiyanta, 2007).

b) Vena (Pembuluh Balik)

Pembuluh balik (vena) berfungsi mengalirkan darah menuju jantung. Ciri-ciri pembuluh balik: letaknya dekat dengan permukaan, dindingnya tipis dan tidak elastis, denyutnya tidak terasa dan memiliki katup disepanjang pembuluh. Pembuluh balik dibedakan menjadi tiga yaitu vena kava, vena pulmonalis. Vena cava adalah pembuluh balik besar yang membawa darah dari sel-sel tubuh yang mengandung banyak karbondioksida masuk ke serambi kanan jantung. Vena pulmonalis merupakan percabangan dari vena. Vena pulmonalis merupakan pembuluh darah yang membawa darah kaya oksigen dari paru-paru ke jantung melalui serambi kiri. Vena pulmonalis adalah satu-satunya pembuluh balik di dalam tubuh yang membawa darah kaya oksigen. Setelah darah mengalir melalui kapiler, memasuki vena, vena terkecil (Nurachmadani & Samsulhadi, 2010).

c) Kapiler

Pembuluh kapiler merupakan pembuluh yang sangat halus. Pembuluh darah kapiler adalah ujung yang berada di paling akhir dari pembuluh arteri. Jaringan pembuluh darah kapiler membentuk suatu anyaman rumit di mana setiap mili meter dari suatu jaringan memiliki kurang lebih sekitar 2000 kapiler darah. Fungsi pembuluh kapiler sebagai berikut (Purjiyanta, 2007):

- 1) Alat penghubung antara arteri dan vena
- 2) Tempat terjadinya pertukaran zat-zat antara darah dan cairan jaringan.
- 3) Menyerap zat makanan yang terdapat di usus
- 4) Menyaring darah yang terdapat di ginjal

3. Darah

Darah adalah medium pengangkut tempat larutnya atau tersuspensinya bahan-bahan (Misalnya, O₂, CO₂, nutrien, zat sisa, elektrolit, dan hormon) yang diangkut jarak-jarak di dalam tubuh. Darah adalah jaringan mengandung sel dan fragmen sel. Secara kolektif, sel-sel dan fragmen sel disebut elemen padat terdiri atas eritrosit, leukosit, trombosit). Sel dan fragmen sel tersuspensi dalam cairan plasma.

a) Sel Darah Merah



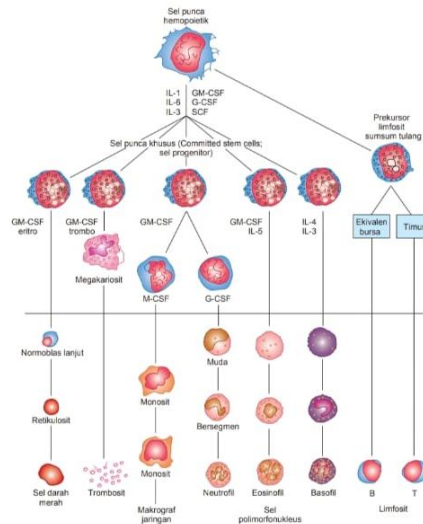
Gambar 2.5 Sel Darah Merah
(Sumber: Barret, 2012)

Sel-sel darah yang paling banyak adalah sel-sel darah merah atau eritrosit dengan persentase sekitar 99,9% dari seluruh elemen padat darah. Dalam darah, jumlah eritrosit sekitar 700 kali lebih banyak dibandingkan sel-sel darah putih (leukosit) dan 17 kali lebih banyak dari keping darah (trombosit). Setiap laki-laki dewasa dalam 1 mikroliter atau 1 milimeter kubik (mm^3) darahnya mengandung sekitar 4,5 – 6,3 juta eritrosit, sedangkan perempuan dewasa mengandung 4,2 – 5,5 juta eritrosit. Jumlah eritrosit yang lebih tinggi pada laki-laki karena laki-laki memiliki tingkat metabolisme yang lebih tinggi daripada perempuan, dan konsentrasi eritrosit yang lebih besar diperlukan untuk menyediakan oksigen yang dibutuhkan untuk metabolisme sel-sel. Eritrosit memiliki dua fungsi utama, yaitu mengangkut oksigen dari paru-paru dan mengedarkannya ke jaringan yang lain. Eritrosit mengangkut karbondioksida dari jaringan untuk dibawa ke paru-paru. Pengangkutan gas dalam eritrosit dilakukan oleh haemoglobin.

b) Sel Darah Putih

Sel darah putih (leukosit) berbeda dari eritrosit dalam hal struktur, jumlah maupun fungsinya. Ukuran leukosit lebih besar dibandingkan eritrosit dan memiliki inti. Leukosit tidak memiliki haemoglobin sehingga tidak berwarna. Jumlah leukosit tidak sebanyak eritrosit, berkisar 5 – 10 juta per milimeter darah atau rata-rata 7 juta sel/milimeter darah yang dinyatakan dengan $7000 /\text{mm}^3$. Leukosit memiliki fungsi menahan invasi oleh patogen melalui proses fagositosis; mengidentifikasi dan menghancurkan sel kanker yang muncul di dalam tubuh;

Membersihkan sampah tubuh yang berasal dari sel yang mati atau cedera. Terdapat lima tipe leukosit, yaitu seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.6 Jenis-Jenis Sel Darah Putih

(Sumber: Barrett, 2012)

Berdasarkan jenis-jenis sel darah putih di atas, berikut karakteristik dari jenis-jenis sel darah putih:

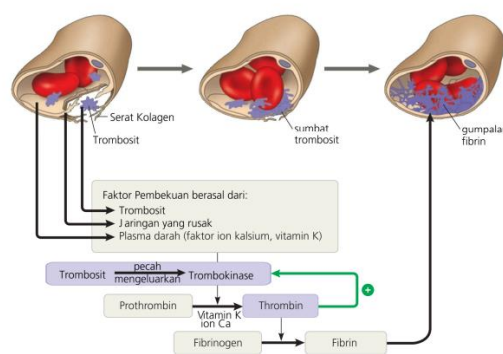
Tabel 2.3 Karakteristik Jenis-jenis sel darah putih

Jenis Sel Darah Putih	Karakteristik
Eosinofil	Mengandung granula berwarna merah (asidofil). Berfungsi pada reaksi alergi, terutama infeksi cacing.
Basofil	Mengandung granula berwarna biru. Berfungsi pada reaksi
Neutrofil	Disebut sel-sel PMN (<i>Poly Morpho Nuclear</i>). Berfungsi sebagai fagosit (menyerang patogen). Ada dua jenis sel, yaitu netrofil batang dan netrofil segmen.
Agranulosit	Limfosit Ada dua jenis, sel T dan sel B. Keduanya berfungsi untuk imunitas dan kekebalan tubuh.
Monosit	Leukosit yang berukuran paling besar. Berfungsi mencerna sel-sel yang mati atau rusak dan memberikan perlawanan imunologis

(Sumber: Barrett, 2012)

c) Keping Darah (Trombosit)

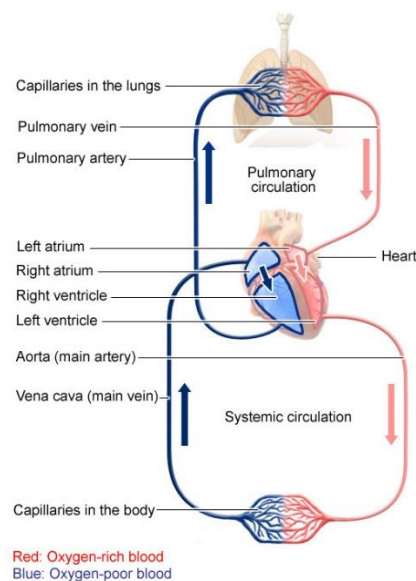
Trombosit bukan merupakan sel utuh tapi merupakan potongan keping sel yang terlepas dari tepi sel luar suatu sel besar (diameter 60 μm) di sumsum tulang yang disebut megakariosit. Trombosit terdiri dari sejumlah kecil sitoplasma yang dikelilingi oleh membran plasma. Trombosit berbentuk cakram dan rata-rata diameter sekitar 3 μm . Permukaan trombosit memiliki glikoprotein dan protein yang memungkinkan trombosit untuk menempel pada molekul lain, seperti kolagen dalam jaringan ikat. Dalam setiap mililiter darah pada keadaan normal terdapat sekitar 250.000 trombosit (kisaran 150.000 – 350.000/ mm^3). Trombosit tidak mempunyai inti, namun terdapat organel dan enzim sitosol untuk menghasilkan energi dan mensintesis produk sekretorik yang disimpan dalam granul. Trombosit mengandung aktin dan miosin dalam konsentrasi tinggi sehingga trombosit dapat berkontraksi. Trombosit tidak keluar dari pembuluh darah, tetapi sepertiga dari trombosit total selalu tersimpan di rongga-rongga berisi darah di limpa yang akan dikeluarkan oleh limpa jika terjadi perdarahan. Trombosit memainkan peran penting dalam mencegah kehilangan darah dengan cara: (1) membentuk keping/butiran, yang menutup lubang kecil di pembuluh darah dan (2) merangsang dibentuknya konstruksi bekuan yang membantu menutup luka besar di pembuluh darah.



Gambar 2.7 Diagram Proses Pembekuan Darah
(Sumber: Campbell et al., 2014)

2.1.5.3 Mekanisme Sistem Peredaran Darah Manusia

Sistem sirkulasi darah pada manusia mengalir ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah sehingga disebut sistem peredaran darah tertutup. Sistem peredaran darah ganda pada manusia terdiri dari:



Gambar 2.8 Mekanisme Sistem Peredaran Darah Manusia
(Sumber: IQWiG, 2006)

1) Sistem Peredaran Darah kecil (sirkulasi paru-paru)

Darah yang miskin oksigen (darah anoksi) keluar dari bilik kanan jantung menuju ke arteri pulmonalis, lalu menuju ke paru-paru. Di dalam paru-paru terjadi pertukaran gas yaitu oksigen dari alveolus berdifusi masuk ke dalam kapiler darah, dan CO₂ dari kapiler darah berdifusi masuk ke alveoli. Darah yang kaya oksigen (darahoksi) masuk melalui vena pulmonalis ke serambi kiri jantung.

2) Sistem peredaran darah besar (sirkulasi sistemik)

Darah yang kaya oksigen dari bilik kiri jantung akan dialirkan ke seluruh tubuh melalui arteri. Arteri ini akan bercabang-cabang menjadi arteriol, dan kemudian menjadi kapiler-kapiler darah yang akan mensuplai oksigen dan zat-zat lain ke dalam sel-sel tubuh. Kemudian CO₂ dari sel-sel tubuh akan berdifusi ke dalam kapiler darah kemudian menuju ke vena cava

lalu masuk ke serambi kanan jantung Berdasarkan penjelasan diatas, maka pembuluh darah yang keluar dari jantung disebut arteri, dan pembuluh darah yang masuk ke jantung disebut vena. Pembuluh arteri membawa darah yang kaya oksigen kecuali arteri pulmonalis yang membawa darah anoksi ke paru-paru. Pembuluh vena umumnya membawa darah anoksi (miskin oksigen) kecuali vena pulmonalis yang membawa darah oksidasi dari paru-paru ke jantung.

2.1.5.4 Kelainan Dan Gangguan Dalam Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah tentunya dapat mengalami kelainan dan gangguan. Berikut beberapa kelainan dan gangguan pada sistem peredaran darah:

1) Jantung

Beberapa kelainan yang dapat terjadi pada jantung, diantaranya adalah:

- a) Gagal jantung adalah kondisi menurunnya kekuatan kontraksi jantung sehingga terjadi gangguan pada volume peredaran darah ke seluruh tubuh.
- b) Gangguan jantung dapat disebabkan oleh berbagai hal, antara lain karena adanya gangguan pada peredaran darah koroner (peredaran darah pada otot jantung), akibatnya aliran darah ke jantung berkurang.

2) Pembuluh Darah

Pembuluh darah dapat mengalami gangguan sehingga dapat menimbulkan penyakit, diantaranya adalah:

- a) Varises adalah pelebaran pembuluh balik (vena).
- b) Hemoroid adalah pelebaran pembuluh balik (vena) disekitar anus atau sering disebutambeien.
- c) Artherosklerosis adalah penyumbatan pembuluh darah oleh lemak (kolesterol)
- d) Arteriosklerosis adalah penyumbatan pembuluh darah oleh zat kapur.

3) Darah

Darah dapat mengalami beberapa kelainan, diantaranya adalah:

- a) Anemia adalah penyakit kekurangan darah. Hal ini disebabkan kekurangan zat hemoglobin dan zat besi.
- b) Hemofilia adalah penyakit keturunan berupa darah sukar membeku jika terjadi luka. Hemofilia adalah kelainan genetik pada darah yang disebabkan adanya kekurangan faktor pembekuan darah.

- c) Leukemia (kanker darah) terjadi karena produksi leukosit terlalu banyak atau tidak normal sehingga sel-sel leukosit tidak matang dan fungsi imunitas tidak optimal.
- d) Hipertensi dikenal sebagai penyakit tekanan darah tinggi, yaitu tekanan darah sistolis dan diastolis di atas normal ($> 140 / 90$ mm Hg).
- e) Hipotensi adalah tekanan darah rendah, tekanan sistoliknya di bawah 100 mmHg.

2.2 Penelitian Yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Penelitian Sebelumnya

N o.	Peneliti	Topik Penelitian	Hasil Penelitian	Kelebihan	Kekurangan	Keterangan
1	Arshad et al., (2021)	<i>Engineering Design Process & Pembelajaran STEM</i>	Meningkatkan prestasi kognitif peserta didik, merangsang minat terhadap sains, dan mendorong karir STEM	Mendorong keterampilan berpikir	Tidak ada pengukuran langsung terhadap motivasi belajar peserta didik	Muncul kebutuhan integrasi <i>engineering design process</i> dengan media yang dapat meningkatkan aspek afektif peserta didik
2	Nurchurifiani & Zulianti, (2021)	Media <i>e-comic</i> berbasis <i>problem based learning</i>	Meningkatkan motivasi belajar, keterampilan berpikir kritis, dan hasil belajar	Menyediakan pembelajaran aktif, dan mempercepat pemecahan masalah	Tidak menguji pengaruh jangka panjang	Belum banyak penelitian yang mengintegrasikan komik digital berbasis <i>problem based learning</i> secara sistematis untuk meningkatkan berpikir kritis dan hasil belajar
3	Apostolou & Linardatos, (2023)	Penggunaan komik digital untuk pembelajaran	Komik digital efektif dalam meningkatkan partisipasi dan pemahaman konsep	Mengintegrasikan teks dan gambar untuk meningkatkan pemahaman	Hanya mengukur kemampuan kognitif	Penelitian mendorong peserta didik untuk menjadi kreator komik digital seb

No.	Peneliti	Topik Penelitian	Hasil Penelitian	Kelebihan	Kekurangan	Keterangan
4	Listianingsih et al., (2021)	Komik android untuk literasi sains	Komik berbasis android meningkatkan literasi sains	Hasil <i>pretest-posttest</i> menunjukkan peningkatan yang signifikan	Tidak ada analisis lebih lanjut tentang jenis-jenis literasi sains yang diperoleh	Penting dikembangkan media serupa yang mampu mengukur dan mengembangkan setiap aspek literasi sains secara spesifik dalam pembelajaran IPA.
5	Widyawati et al., (2024)	<i>E-comic</i> berbasis SETS dan karakter	<i>E-comic</i> efektif dalam meningkatkan karakter dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran	Meningkatkan keterlibatan peserta didik dan berpikir ilmiah	Tidak menguji secara mendalam pengaruh terhadap hasil akademik	Hal ini menunjukkan perlunya pengembangan media serupa yang tidak hanya meningkatkan literasi sains secara umum, tetapi juga mengukur indikator literasi sains secara spesifik
6	Rina et al., (2020)	Komik digital untuk pendidikan karakter	Meningkatkan nilai-nilai karakter peserta didik	Efektif untuk pendidikan karakter	Fokus utama pada pendidikan karakter, kurang	Fokus utama penelitian ini adalah pada pendidikan karakter melalui

No.	Peneliti	Topik Penelitian	Hasil Penelitian	Kelebihan	Kekurangan	Keterangan
					pada pembelajaran akademik	komik digital, tanpa meninjau aspek akademik secara mendalam. Penelitian ini berbeda karena menempatkan literasi sains, literasi digital, dan hasil belajar kognitif sebagai variabel utama yang diukur secara sistematis.
7	Rusmansyah et al., 2023	Pembelajaran PjBL berbasis etnosains	Model PjBL berbasis etnosains meningkatkan literasi sains dan hasil belajar	Menggabungkan aspek budaya lokal dalam pembelajaran	Terbatas pada konteks etnosains tertentu	Model PjBL berbasis etnosains berhasil meningkatkan literasi sains dan hasil belajar, tetapi hanya terbatas pada konteks budaya lokal tertentu. Penelitian ini berbeda karena mengembangkan media e-comic berbasis kearifan

No.	Peneliti	Topik Penelitian	Hasil Penelitian	Kelebihan	Kekurangan	Keterangan
						lokal yang lebih fleksibel untuk diterapkan dalam berbagai konteks budaya daerah, khususnya dalam pembelajaran IPA SMP.
8	Rizal et al., 2021	Literasi digital dalam pembelajaran fisika	Literasi digital meningkatkan kemampuan kognitif dalam konsep fisika	Memfasilitasi keterlibatan digital menggunakan LMS	Tidak menguji pengaruh metode ini terhadap keterampilan berpikir kritis	Penelitian ini menunjukkan pentingnya literasi digital dalam mendukung pemahaman konsep fisika, namun belum mengkaji dampaknya terhadap keterampilan berpikir kritis. Penelitian ini berbeda karena tidak hanya mengukur literasi digital menurut Gilster

N o.	Peneliti	Topik Penelitian	Hasil Penelitian	Kelebihan	Kekurangan	Keterangan
						(1997), tetapi juga menghubungkannya dengan hasil belajar dan literasi sains peserta didik.
9	(Sito Resmi et al., 2022)	Pengembangan media komik digital berbasis literasi untuk SD kelas III	Komik digital efektif meningkatkan literasi membaca dan hasil belajar dengan N-gain berada pada kategori sangat tinggi	Media menarik dan mudah dipahami	Fokus hanya pada literasi membaca Bahasa Indonesia.	Penting dikembangkan untuk pembelajaran IPA dan indikator literasi sains
10	(Panggabean et al., 2021)	Penggunaan komik digital untuk meningkatkan literasi sains pada materi karakteristik makhluk hidup	Komik digital berbasis PBL meningkatkan literasi sains secara signifikan dibandingkan dengan kelas kontrol	Melibatkan sikap ilmiah dan penalaran	Untuk melihat keberlanjutan pengaruhnya diperlukan uji lanjut dengan sampel yang lebih luas.	Diperlukan media untuk mengembangkan literasi sains dan literasi digital
11	(Khotimah & Hidayat, 2022)	Pengembangan komik digital interaktif untuk meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar	Komik digital interaktif terbukti meningkatkan keterlibatan belajar mandiri dan hasil belajar peserta didik secara daring	Model ADDIE yang digunakan relevan terhadap proses pembelajaran	Fokus pada keterlibatan daring, belum menilai pengaruh terhadap literasi digital atau saintifik secara rinci	Mendorong ide dengan media visual naratif dengan pendekatan saintifik

N o.	Peneliti	Topik Penelitian	Hasil Penelitian	Kelebihan	Kekurangan	Keterangan
1 2	(Amali et al., 2023)	Komik digital materi gaya magnet untuk SD	Komik valid, praktis, dan efektif meningkatkan hasil belajar IPA peserta didik	Media menarik, respon peserta didik sangat baik	Terbatas pada topik gaya magnet dan belum mengeksplorasi literasi sains	Menegaskan perlunya pengembangan media IPA digital dengan capaian literasi ilmiah yang lebih dalam
1 3	(Tiara et al., 2024)	<i>E-Comic</i> berbasis <i>website Heyzine</i> untuk Bahasa Indonesia kelas IV SD	Media <i>e-comic</i> layak, praktis, dan cukup efektif untuk meningkatkan hasil belajar	Memanfaatkan platform daring, integrasi audio visual	Fokus hanya pada hasil belajar Bahasa Indonesia	Perlu perluasan ke konten IPA dan pendekatan saintifik berbasis <i>engineering design process</i>
1 4	(Davis et al., 2000)	Pengukuran hasil belajar dalam <i>engineering design process</i>	Mengembangkan kerangka kerja evaluasi pada pendekatan EDP, kerja tim, dan komunikasi	Adanya rubrik penilaian yang relevan untuk pembelajaran teknik	Kurang relevan untuk tingkat SMP	Pentingnya membangun instrumen evaluasi pembelajaran berbasis EDP yang lebih kontekstual di tingkat SMP pada pelajaran IPA
1 5	(Swandari & Jemani, 2023)	Integrasi <i>Enginnering Design Process</i> dalam	EDP-STEM-PBL efektif meningkatkan <i>system thinking</i> peserta didik, menunjukkan	Relevan dengan pembelajaran abad 21	Tidak mengukur literasi dan hasil belajar peserta didik secara spesifik	Mendorong ide untuk mengintegrasikan EDP dalam

N o.	Peneliti	Topik Penelitian	Hasil Penelitian	Kelebihan	Kekurangan	Keterangan
		pembelajaran STEM-PBL materi Energi terbarukan	peningkatan signifikan dalam keterlibatan dan pemahaman konsep			pembelajaran IPA di tingkat sekolah menengah dengan fokus pada peningkatan literasi dan hasil belajar kognitif
1 6	(Vistara et al., 2022)	STEM-EDP dengan PjBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif matematis	STEM-EDP dengan PjBL meningkatkan keterampilan berpikir kreatif	Kajian literatur menyeluruh dan teoritis	Tidak berbasis eksperimen, fokus pada matematika bukan IPA	Menegaskan pentingnya penerapan STEM-EDP-PjBL dalam pembelajaran IPA yang menuntut kreatif dan saintifik

(Sumber: Data Pribadi)

Penelitian yang dilakukan oleh Arshad et al., (2021) berfokus pada pengaruh *engineering design process* terhadap prestasi kognitif peserta didik dan minat mereka terhadap STEM. Penelitian ini menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis proyek, yang tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis, tetapi juga merangsang minat peserta didik terhadap karir di bidang STEM. Pendekatan ini membedakan penelitian tersebut dengan penelitian lainnya yang lebih berfokus pada penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi atau model-model pembelajaran tertentu, seperti *e-comic*. Kontribusi utama dari penelitian ini adalah pada pengembangan pembelajaran berbasis proyek yang berorientasi pada dunia nyata dan keterampilan berpikir kritis.

Nurchurifiani & Zulianti, (2021) lebih fokus pada penerapan *Problem Based Learning* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Model *Problem Based Learning* yang digunakan dalam penelitian ini lebih menekankan pada pengembangan keterampilan dalam pemecahan masalah secara aktif dan kolaboratif. Hal ini menunjukkan perbedaan dengan penelitian lain yang lebih fokus pada penggunaan media digital dalam pembelajaran. Penelitian ini memberikan bukti kuat tentang pentingnya pembelajaran berbasis masalah yang mendorong partisipasi aktif dan kemandirian peserta didik. Penelitian Apostolou & Linardatos, (2023) berfokus pada penggunaan komik digital sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan partisipasi dan pemahaman konsep. Penelitian ini menunjukkan hasil yang positif dalam meningkatkan keterlibatan peserta didik, tidak ada pengukuran terhadap perubahan jangka panjang atau perubahan sikap peserta didik. Hal ini membedakan penelitian ini dengan penelitian lain yang mengukur literasi sains atau karakter, yang juga melibatkan pengukuran lebih mendalam terhadap pengaruh jangka panjang dari penggunaan media pembelajaran.

Listianingsih et al., (2021) memberikan bukti yang lebih spesifik tentang penggunaan komik berbasis Android untuk meningkatkan literasi sains. Penelitian ini menunjukkan hasil yang signifikan dalam peningkatan literasi sains, yang menunjukkan pengaruh positif pada hasil belajar dan penguasaan konsep-konsep sains. Kontribusi utama penelitian ini adalah penggunaan media berbasis Android

yang efektif untuk meningkatkan literasi sains dalam konteks pembelajaran sains, yang membedakan dengan penelitian lain yang lebih menekankan pada pembelajaran berbasis proyek atau pendekatan *problem based learning*.

Widyawati et al., (2024) menekankan pada pengembangan karakter peserta didik melalui penggunaan *e-comic* berbasis SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*). Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan karakter dan peningkatan keterampilan berpikir ilmiah, meskipun tidak mengukur secara langsung hasil akademik atau literasi sains. Hal ini memberikan perspektif yang berbeda dengan penelitian lain yang lebih berfokus pada hasil akademik atau literasi sains yang lebih sempit. Penelitian Rina et al., (2020) lebih terfokus pada pengembangan pendidikan karakter melalui komik digital untuk peserta didik sekolah dasar. Penelitian ini menyarankan bahwa komik digital dapat menjadi alat yang sangat efektif dalam mendukung pendidikan karakter, meskipun fokus utamanya bukan pada hasil akademik atau literasi sains. Hal ini menunjukkan perbedaan yang jelas dengan penelitian lainnya yang lebih menekankan pada penggunaan teknologi untuk meningkatkan literasi sains.

Rusmansyah et al., 2023 menekankan integrasi etnosains dalam pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Penelitian ini berfokus pada peningkatan literasi sains dengan mempertimbangkan nilai budaya lokal, yang memberikan kontribusi penting dalam menghubungkan pembelajaran sains dengan budaya peserta didik. Penelitian ini memberikan relevansi budaya lokal yang sangat tinggi, penelitian ini terbatas pada konteks etnosains, yang mungkin tidak sepenuhnya diterapkan pada konteks yang lebih luas. Rizal et al., 2021 menekankan pentingnya literasi digital dalam pembelajaran fisika. Penelitian ini memberikan wawasan penting tentang bagaimana LMS (*Learning Management System*) dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran, dengan fokus pada pemahaman konsep fisika yang kompleks. Hal ini berkaitan erat dengan literasi sains, tetapi menekankan lebih pada teknologi pembelajaran daripada media pembelajaran berbasis proyek.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa media komik digital memiliki potensi besar dalam mendukung pembelajaran di era digital. Sito Resmi et al., (2022) berhasil mengembangkan komik digital berbasis literasi untuk peserta didik

SD kelas III yang efektif meningkatkan literasi membaca dan hasil belajar, ditunjukkan melalui nilai N-gain yang sangat tinggi. Namun, fokus penelitian ini masih terbatas pada literasi membaca dalam mata pelajaran Bahasa Indonesia, sehingga pengembangan serupa dalam konteks IPA dan literasi sains masih sangat dibutuhkan.

Panggabean et al., (2021) menunjukkan bahwa komik digital berbasis *Problem Based Learning* dapat meningkatkan literasi sains secara signifikan. Penelitian ini melibatkan unsur sikap ilmiah dan penalaran, tetapi belum menguji keberlanjutan dampaknya dengan sampel yang lebih luas. Hal ini mengindikasikan bahwa media pembelajaran yang tidak hanya fokus pada sains, tetapi juga pada pengembangan literasi digital masih diperlukan. Khotimah & Hidayat, (2022) mengembangkan komik digital interaktif untuk pembelajaran daring yang terbukti efektif meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar mandiri. Dengan demikian, pengaruh media tersebut terhadap literasi sains dan literasi digital belum dianalisis secara mendalam. Hal ini memperkuat urgensi untuk mengembangkan media visual naratif yang juga mengintegrasikan pendekatan saintifik secara eksplisit.

Penelitian Amali et al., (2023) menekankan efektivitas komik digital pada materi gaya magnet, namun fokusnya masih terbatas pada peningkatan hasil belajar, tanpa menggali indikator literasi sains secara lebih luas. Hal tersebut sejalan Asti, (2024), yang mengembangkan *e-comic* berbasis *platform Heyzine* untuk pembelajaran Bahasa Indonesia. Meskipun praktis dan efektif, media tersebut belum dikembangkan untuk konten IPA dan belum memanfaatkan pendekatan saintifik yang sistematis seperti *engineering design process*. Pendekatan *engineering design process* telah terbukti efektif dalam pengembangan keterampilan abad ke-21. Davis et al., (2000) mengembangkan kerangka evaluasi untuk pembelajaran *engineering design process*, yang menekankan pentingnya kerja tim dan komunikasi. Namun, model ini belum banyak diterapkan secara kontekstual di tingkat SMP dalam pembelajaran IPA. Swandari & Jemani, (2023) dan Vistara et al., (2022) mengintegrasikan *engineering design process* dalam pembelajaran STEM-PBL pada materi energi terbarukan dan menunjukkan peningkatan *system thinking* peserta didik. Namun, penelitian ini belum secara

spesifik mengukur literasi sains atau hasil belajar kognitif. Vistara pun menegaskan melalui kajian literatur bahwa STEM-EDP dalam model PjBL mampu mendorong keterampilan kreatif, meski fokusnya masih pada matematika, bukan IPA.

Berdasarkan pemaparan di atas, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat kesenjangan yang perlu diperbaiki. Peneliti belum menemukan penelitian yang secara bersamaan mengukur pengaruh media *e-comic* berbasis *engineering design process* terhadap literasi digital, literasi sains, dan hasil belajar kognitif peserta didik. Untuk itu, hal ini menjadi dasar dari kebutuhan akan penelitian lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media *e-comic* berbasis *engineering design process* pada materi sistem peredaran darah manusia. Media ini tidak hanya menyajikan informasi melalui teks dan gambar, tetapi juga menyusun alur cerita yang sesuai dengan tahapan *engineering design process*, seperti merumuskan masalah, merancang solusi, menguji, dan mengevaluasi hasil. Dengan demikian, peserta didik diajak untuk tidak hanya memahami konsep secara pasif, tetapi juga berpikir dan bertindak seperti ilmuwan dalam memecahkan permasalahan.

2.3 Kerangka Berpikir

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang pesat telah melahirkan kebutuhan baru dalam dunia pendidikan, yaitu keterampilan abad 21. Keterampilan ini mencakup penggabungan antara sains dan teknologi, yang menuntut dunia pendidikan untuk beradaptasi guna meningkatkan kualitas pembelajaran. Salah satu tujuan pendidikan pada abad ini adalah menghasilkan generasi yang memiliki kompetensi abad 21 sehingga mampu bersaing di tingkat global. Penerapan kurikulum merdeka menjadi langkah konkret pemerintah Indonesia untuk memenuhi tuntutan ini, dengan mengintegrasikan gerakan literasi dalam proses pembelajaran, seperti literasi digital dan literasi sains.

Literasi digital memainkan peran penting dalam membantu peserta didik memanfaatkan teknologi secara efektif dan efisien untuk mendapatkan informasi dari berbagai sumber. Literasi ini tidak hanya mencakup kemampuan teknis

menggunakan perangkat keras dan lunak, tetapi juga mencakup keterampilan mencari, mengolah, dan menyampaikan informasi yang valid. Dengan literasi digital yang baik, peserta didik dapat lebih mudah mengikuti proses pembelajaran, sehingga berkontribusi pada peningkatan hasil belajar.

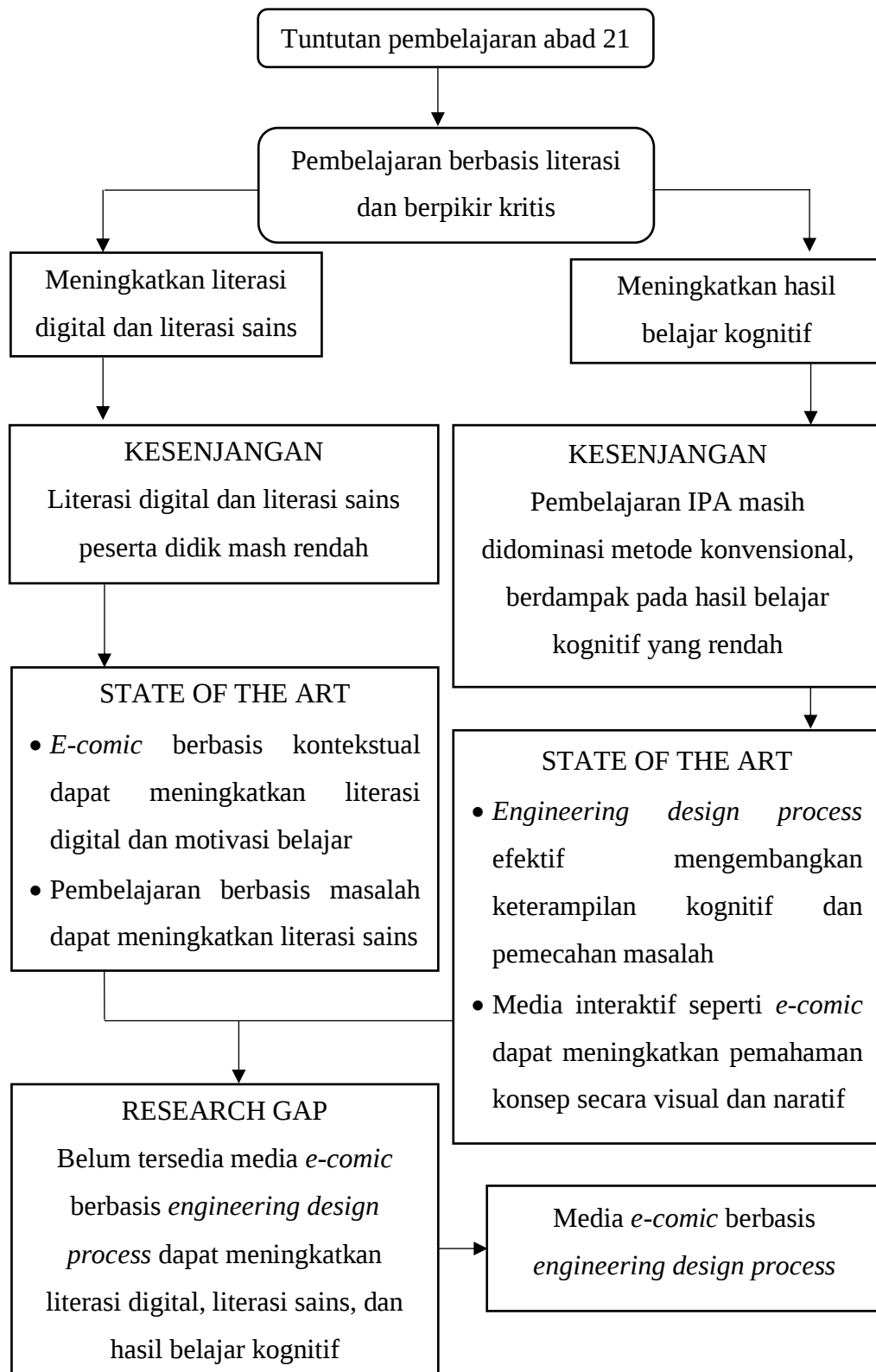
Literasi sains diperlukan agar peserta didik mampu mengelola informasi ilmiah dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Literasi sains tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan pemahaman konsep sains, tetapi juga membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis, kreatif, inovatif, dan komunikatif. Proses pembelajaran yang mengintegrasikan literasi sains memungkinkan peserta didik untuk membuat keputusan yang tepat dan menyelesaikan masalah berbasis ilmu pengetahuan. Namun, untuk meningkatkan literasi digital, literasi sains, dan hasil belajar kognitif secara efektif, diperlukan media pembelajaran yang menarik, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan peserta didik. Media e-comic berbasis *engineering design process* menjadi salah satu solusi inovatif. Media ini menggabungkan teknologi digital dengan pendekatan sistematis dari *engineering design process* untuk menciptakan pembelajaran yang efektif.

E-comic merupakan rangkaian gambar yang disusun secara menarik untuk menggambarkan cerita dan menyampaikan materi secara visual. Dalam pembelajaran, *e-comic* dapat memotivasi peserta didik untuk membaca dan memahami konsep secara mendalam. Ketika dikombinasikan dengan *engineering design process*, media ini tidak hanya menyampaikan materi secara menarik tetapi juga melibatkan peserta didik dalam tahapan-tahapan desain yang meliputi *define the problem*, *research*, *imagine*, *create*, *test and evaluate*, *redesign*, dan *communicate*.

Pada penelitian sebelumnya, pendekatan *engineering design process* telah terbukti mampu meningkatkan prestasi kognitif dan minat peserta didik terhadap sains, tetapi belum mengintegrasikan media digital. Media *e-comic* juga efektif dalam meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman konsep, namun belum menggunakan pendekatan *engineering design process*. Selain itu, media digital berhasil meningkatkan literasi sains, tetapi pengukuran literasi digital belum

dilakukan secara bersamaan. Gap ini juga terlihat dalam pembahasan literasi digital yang belum mengintegrasikan media interaktif seperti *e-comic*.

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab gap yang ada dengan mengembangkan media *e-comic* berbasis *engineering design process* pada materi sistem peredaran darah manusia. Media *e-comic* berbasis *engineering design process* dirancang untuk meningkatkan literasi digital dengan memfasilitasi peserta didik dalam menggunakan teknologi secara efektif untuk mencari, mengolah, dan menyampaikan informasi. Media *e-comic* mendukung literasi sains dengan menyajikan materi ilmiah yang terstruktur melalui tahapan *engineering design process*, sehingga membantu peserta didik memahami konsep sains secara mendalam dan mengasah kemampuan berpikir kritis serta kreatif. Selain itu, melalui pendekatan interaktif dan visual yang menarik, media ini diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik dengan cara yang lebih menyenangkan dan bermakna. Dengan pendekatan yang menggabungkan teknologi digital dan tahapan sistematis dalam *engineering design process*, media ini diharapkan mampu menjembatani konsep-konsep ilmiah yang abstrak dengan pengalaman belajar yang lebih konkret dan bermakna. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi langkah inovatif dalam meningkatkan mutu pembelajaran IPA sekaligus mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi tantangan abad ini.



Gambar 2.9 Kerangka Berpikir
(Sumber: Data Pribadi)

2.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ada pengaruh media *e-comic* berbasis *engineering design process* terhadap literasi digital peserta didik pada pembelajaran IPA materi sistem peredaran darah manusia di SMP Islamiyah Ciawi Tasikmalaya Tahun Pelajaran 2024/2025.
2. Ada pengaruh media *e-comic* berbasis *engineering design process* terhadap literasi sains peserta didik pada pembelajaran IPA materi sistem peredaran darah manusia di SMP Islamiyah Ciawi Tasikmalaya Tahun Pelajaran 2024/2025.
3. Ada pengaruh media *e-comic* berbasis *engineering design process* terhadap hasil belajar kognitif peserta didik pada pembelajaran IPA materi sistem peredaran darah manusia di SMP Islamiyah Ciawi Tasikmalaya Tahun Pelajaran 2024/2025.