

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Literasi Digital

2.1.1.1 Pengertian Literasi Digital

Secara etimologis, istilah literasi berasal dari bahasa Latin “*literatus*” yang diartikan sebagai orang yang belajar (Mannan, 2023). Pada awalnya, literasi sering dimaknai sebatas keterampilan membaca dan menulis, namun dalam perkembangannya konsep ini mengalami perluasan. Literasi kini dipahami sebagai seperangkat keterampilan yang mencakup kemampuan untuk memahami, menggunakan, serta mengelola informasi secara efektif dalam berbagai konteks kehidupan sehari-hari (Simbolon, 2023). Kemampuan ini tidak hanya membantu individu untuk mengakses informasi, tetapi juga menuntut mereka untuk mampu menilai, menganalisis, serta mengkomunikasikan informasi tersebut secara tepat dan bertanggung jawab. Selain itu, literasi juga menjadi dasar dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta kemampuan beradaptasi terhadap perubahan yang terjadi di lingkungan sekitar, khususnya di era (Cynthia & Sihotang, 2023). Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, konsep literasi pun mengalami perluasan makna yang melahirkan istilah literasi digital.

Literasi digital pertama kali diperkenalkan oleh Paul Gilster pada tahun 1997 melalui bukunya yang berjudul “*Digital Literacy*”. Gilster mendefinisikan literasi digital sebagai kemampuan untuk memahami dan memanfaatkan informasi dari berbagai sumber yang dapat diakses melalui perangkat komputer. Konsep literasi digital menjadi dasar penting bagi kemampuan individu dalam memahami, menggunakan, dan memanfaatkan perangkat teknologi serta informasi dan komunikasi secara efektif. Pemahaman baru tentang literasi digital diperoleh dari Bawden (2001) yang berakar pada literasi komputer dan literasi informasi. Di tahun 1980-an, literasi komputer meningkat sebagai hasil dari penggunaan komputer mikro yang semakin luas di lingkungan bisnis dan masyarakat. Namun, pada tahun 1990-

an, literasi informasi baru meningkat sebagai akibat dari kemudahan penyusunan, akses, dan penyebaran informasi melalui teknologi informasi berjejaring. Dengan demikian, sejalan dengan pendapat Bawden, literasi digital dipandang erat kaitannya dengan keterampilan teknis dalam memperoleh, mengolah, memahami, dan menyebarkan informasi (Syafrial, 2023).

Menurut Nelson, sebagaimana dikutip dalam Salehudin (2020), mengartikan literasi digital secara lebih luas sebagai kemampuan memanfaatkan teknologi digital dan perangkat komunikasi berbasis jaringan untuk mengakses, mengelola, mengintegrasikan, mengevaluasi, menghasilkan, serta menggunakan informasi dan komunikasi secara efektif. Sejalan dengan itu, Littlejohn menegaskan bahwa dalam konteks akademik, literasi digital merupakan kecakapan yang dibutuhkan individu untuk mengembangkan diri di dunia pendidikan, terutama ketika mayoritas informasi dan komunikasi berlangsung melalui media digital (Rahmadi & Hayati, 2020). Penelitian aksi yang dilakukan Sriyanto (2021) di SMP Negeri 1 Sidoharjo memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa penerapan literasi digital secara signifikan mampu meningkatkan keterampilan 4C peserta didik, yaitu berpikir kritis (*critical thinking*), kreativitas (*creativity*), kemampuan berkomunikasi (*communication*), dan kemampuan bekerja sama (*collaboration*). Selain itu berdasarkan penelitian Wulandari et al (2022) bahwa literasi digital memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan prestasi akademik, di mana semakin tinggi kemampuan literasi digital peserta didik, semakin besar kecenderungan peningkatan rata-rata prestasi akademiknya.

Peserta didik yang mampu memanfaatkan kemudahan akses jaringan di sekolah sebagai sarana memperoleh sumber belajar, serta memiliki sikap dan moral yang baik dalam penggunaan TIK, akan lebih menyadari pentingnya literasi digital dalam proses belajar. Hal ini menjadi semakin penting mengingat dunia digital juga penuh dengan konten negatif, seperti berita bohong, ujaran kebencian, radikalisme, pornografi, dan praktik-praktik penipuan. Oleh karena itu, untuk menghadapi berbagai konten yang dapat merusak ruang digital, diperlukan upaya untuk membangun kesadaran literasi digital pada setiap individu. Kompetensi literasi digital dapat ditingkatkan melalui berbagai dimensi, yang mencakup aspek

pengetahuan, keterampilan, moral, serta kultural (Nurhopipah & Arsi, 2024). Pendekatan ini penting agar seseorang tidak hanya mampu mengakses dan menggunakan teknologi secara efektif, tetapi juga bertindak bijak dan memahami konteks sosial serta budaya dalam dunia digital. Pada tahun 2020, Kominfo mengukur Indeks Literasi Digital dengan menggunakan kerangka *A Global Framework of Reference on Digital Literacy Skills* dari UNESCO (2018). Survei tersebut mencakup empat sub-indeks, yakni informasi dan literasi data, komunikasi dan kolaborasi, keamanan, serta kemampuan teknologi, yang diukur melalui 28 pertanyaan (KOMINFO & Katadata Insight Center, 2021). Hasil pengukuran ini menggambarkan bahwa meskipun indikator literasi digital telah diidentifikasi, sektor pendidikan masih menghadapi tantangan signifikan dalam penerapan literasi digital secara optimal.

Era teknologi 5.0 sektor pendidikan dihadapkan pada tantangan besar terkait literasi digital, yaitu pemanfaatan teknologi oleh guru dan peserta didik belum sepenuhnya optimal. Menurut laporan Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) tahun 2022, indeks literasi digital di sektor pendidikan untuk periode 2021–2022 hanya mencapai nilai 3,70 dari skala 5. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat literasi digital di dunia pendidikan masih tergolong sedang dan memerlukan peningkatan. Kondisi tersebut menekankan pentingnya penerapan strategi yang lebih terarah untuk meningkatkan kompetensi digital, antara lain melalui pelatihan bagi guru, pengembangan kurikulum berbasis teknologi, serta penyediaan media pembelajaran yang interaktif (Putra & Yuhelman, 2025). Literasi digital tidak hanya menjadi bekal penting untuk menghadapi tantangan era modern, tetapi juga memberikan berbagai manfaat, seperti memperluas wawasan melalui pencarian dan pemahaman informasi, meningkatkan kemampuan berpikir kritis, memperkaya kosakata, serta mengasah keterampilan verbal.

Selain itu, literasi digital juga berperan dalam melatih daya fokus dan konsentrasi, sekaligus mengembangkan kemampuan membaca, merangkai kalimat, dan menulis informasi dengan lebih baik (Fitriyani & Teguh Nugroho, 2022). Maka, setiap individu yang beraktivitas di dunia digital perlu memiliki keterampilan literasi digital. Tanpa kemampuan ini, pengguna media digital berisiko menghadapi berbagai

masalah, seperti mudah tersinggung atau terganggu, terpengaruh hoaks, tertipu, diretas, atau kehilangan data. Dunia maya menyimpan banyak potensi kejahatan, bahkan mungkin lebih besar dibandingkan dunia nyata, karena banyak pengguna memanfaatkan akun palsu (*fake account*) dan terdapat interaksi dengan orang asing yang belum tentu saling mengenal (Yuniarto & Yudha, 2021). Dengan demikian, literasi digital menjadi kemampuan yang sangat penting yang harus dimiliki setiap individu agar dapat memanfaatkan teknologi secara aman, kritis, dan produktif.

2.1.1.2 Indikator Literasi Digital

Menurut Gilster (1997) dalam bukunya *Digital Literacy*, literasi digital mencakup beberapa kompetensi inti yang harus dimiliki seseorang agar dianggap terampil dalam dunia digital, yaitu: *internet searching* (pencarian informasi di internet), *hypertextual navigation* (navigasi hypertext), *content evaluation* (evaluasi konten), dan *knowledge assembly* (penyusunan pengetahuan).

1. *Internet Searching* (Pencarin Informasi di Internet)

Kompetensi ini mencakup kemampuan melakukan pencarian informasi serta melakukan berbagai aktivitas menggunakan internet. Dalam konteks pembelajaran biologi di SMA, kemampuan ini mencakup keterampilan peserta didik dalam mencari sumber belajar digital yang relevan dan ilmiah, seperti artikel, jurnal, atau video edukatif untuk memperdalam pemahaman konsep biologi.

2. *Hypertextual navigation* (Navigasi Hypertext)

Kompetensi ini berkaitan dengan kemampuan membaca dan memahami *hypertext*. Gilster (1997) menjelaskan bahwa *hypertext* merupakan keterampilan untuk menghubungkan satu bacaan dengan bacaan lain atau media lain. Dengan demikian, seseorang harus memahami navigasi di web browser, yang berbeda dari membaca teks di buku konvensional. Dalam pembelajaran biologi, hal ini terlihat dari kemampuan peserta didik menelusuri keterkaitan antar konsep biologi melalui berbagai laman web, simulasi interaktif, atau media digital lain yang saling terhubung.

3. *Content Evaluation* (Evaluasi Konten)

Kompetensi ini mencakup kemampuan berpikir kritis dan menilai informasi yang ditemukan secara *online*, termasuk kemampuan mengidentifikasi keabsahan dan kelengkapan informasi. Menurut Gilster (1997), kompetensi ini meliputi kemampuan membedakan tampilan web, menganalisis latar belakang informasi, menelusuri sumber informasi, memanfaatkan berbagai media untuk memverifikasi kebenaran informasi, serta menyusun informasi yang diperoleh agar relevan dengan kehidupan nyata. Dalam konteks pembelajaran biologi SMA, indikator ini berkaitan dengan kemampuan peserta didik mengevaluasi kebenaran informasi sains dari berbagai situs atau media sosial, misalnya dalam menilai keakuratan berita atau konten digital yang membahas sistem ekskresi manusia.

4. *Knowledge Assembly* (Penyusunan Pengetahuan)

Kompetensi ini meliputi kemampuan mengumpulkan informasi dari internet. Gilster (1997) menjelaskan bahwa kemampuan ini berkaitan dengan penyusunan pengetahuan, yakni membangun kumpulan informasi dari berbagai sumber, menilai fakta dan opini secara objektif, dan mengintegrasikan informasi tersebut menjadi konsep yang utuh. Dalam konteks pembelajaran biologi, kemampuan ini tampak ketika peserta didik mampu mengolah berbagai informasi digital yang diperoleh menjadi pemahaman menyeluruh misalnya saat menyusun laporan, membuat proyek berbasis penelitian sederhana, atau menjelaskan keterkaitan antara konsep biologi dan fenomena kehidupan sehari-hari.

2.1.2 Literasi Sains

2.1.2.1 Pengertian Literasi Sains

Literasi sains merupakan kemampuan esensial yang memungkinkan individu menghadapi pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi secara kritis dan reflektif. Istilah “*Science Literacy*” berasal dari kata latin “*literarus*” yang berarti melek huruf atau berpendidikan dan *science* yang berarti pengetahuan. Orang yang pertama kali memperkenalkan istilah *Science Literacy* adalah Paul de Hart Hurd dari Stanford University. Hurd (1958) menegaskan bahwa literasi sains tidak sekadar penguasaan fakta atau konsep ilmiah, tetapi juga mencakup kemampuan untuk

menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang serta mengevaluasi penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data dan bukti secara kritis. Dengan kompetensi ini, individu yang melek sains mampu berdiskusi secara rasional mengenai isu-isu sains dan teknologi, membuat keputusan berbasis bukti, serta menerapkan pengetahuan ilmiah dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam konteks sosial. Literasi sains, menurut Hurd, menjadi fondasi bagi partisipasi aktif dan bertanggung jawab dalam masyarakat modern, sehingga mempersiapkan warga negara untuk menghadapi tantangan sosial, ekonomi, dan teknologi secara tepat dan bermakna (Hurd, 1958).

Menurut Gormally *et al.* (2012), literasi sains bukan hanya kemampuan menghafal fakta atau konsep ilmiah, tetapi lebih menekankan pada kemampuan individu untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menafsirkan informasi ilmiah dari berbagai sumber. Literasi sains mencakup keterampilan untuk membedakan fakta ilmiah dari opini, menilai kredibilitas sumber, dan menggunakan bukti untuk mendukung penalaran atau pengambilan keputusan. Dengan kata lain, literasi sains memungkinkan individu untuk berpikir kritis, memahami metode ilmiah, dan menerapkan konsep-konsep ilmiah dalam situasi nyata, baik dalam konteks akademik maupun kehidupan sehari-hari,

Pandangan ini sejalan dengan OECD dalam PISA 2018, yang mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan individu untuk terlibat dengan isu-isu dan gagasan sains sebagai warga negara yang reflektif. Seorang yang melek sains bersedia berpartisipasi dalam diskusi yang beralasan tentang sains dan teknologi, dengan menguasai kompetensi menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang serta mengevaluasi penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data maupun bukti secara kritis (OECD, 2018). Dengan demikian, literasi sains adalah kemampuan penting yang memungkinkan individu memahami dan menggunakan ilmu pengetahuan secara kritis serta reflektif. Literasi ini tidak hanya mencakup penguasaan fakta atau konsep ilmiah, tetapi juga kemampuan untuk menjelaskan fenomena, merancang dan menilai penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data secara tepat. Dengan literasi sains, individu dapat berdiskusi secara rasional, mengambil keputusan berbasis bukti, dan menerapkan pengetahuan ilmiah dalam kehidupan sehari-hari maupun sosial.

Literasi sains peserta didik Indonesia masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil survei *Programme for International Student Assessment* (PISA), kemampuan literasi sains peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah dibandingkan rata-rata internasional (Takda *et al.*, 2023). Hasil survei PISA 2022 menunjukkan bahwa skor rata-rata literasi sains tercatat 383 dengan peringkat ke-67 dari 81 negara (Ayu *et al.*, 2025). Kondisi ini menegaskan bahwa peningkatan literasi sains peserta didik masih menjadi tantangan besar yang memerlukan perhatian serius.

Menurut Fuadi (2020), terdapat sejumlah faktor yang menyebabkan rendahnya literasi sains peserta didik Indonesia berdasarkan hasil PISA. Faktor-faktor tersebut antara lain:

- a. Pemilihan buku ajar yang kurang tepat, di mana materi yang digunakan dalam pembelajaran sering tidak sesuai dengan kebutuhan peserta didik sehingga tidak mendukung pencapaian pemahaman ilmiah yang komprehensif.
- b. Adanya miskonsepsi, baik dari guru maupun peserta didik, yang membuat konsep sains dipahami secara keliru dan berdampak pada kesalahan dalam penalaran ilmiah.
- c. Pembelajaran yang tidak kontekstual, yakni proses belajar yang lebih menekankan pada hafalan konsep tanpa menghubungkannya dengan fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari, sehingga peserta didik kesulitan melihat relevansi sains dengan dunia sekitarnya.
- d. Rendahnya kemampuan membaca, yang menyebabkan peserta didik tidak mampu memahami teks ilmiah, soal berbasis wacana, maupun informasi sains yang menuntut keterampilan literasi tingkat tinggi
- e. Lingkungan dan iklim belajar yang kurang mendukung, baik di sekolah maupun di rumah, yang membuat motivasi, minat, dan keterlibatan aktif peserta didik dalam belajar sains menjadi rendah.

Faktor-faktor tersebut menunjukkan perlunya media pembelajaran yang mampu menghadirkan konsep sains secara konkret, menarik, dan kontekstual agar peserta didik dapat memahami hubungan antara konsep ilmiah dan fenomena kehidupan nyata. Salah satu inovasi yang berpotensi menjawab kebutuhan tersebut adalah penggunaan media berbasis *Augmented Reality* (AR), yang dapat

memvisualisasikan objek atau proses biologi abstrak menjadi lebih nyata dan interaktif. Pendekatan ini sejalan dengan pandangan Gormally *et al.* (2012) yang menekankan pentingnya penggunaan strategi pembelajaran aktif untuk menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah dan literasi sains peserta didik.

2.1.2.2 Indikator Literasi Sains

Dalam pembelajaran biologi, literasi sains merupakan kompetensi penting yang memungkinkan peserta didik memahami, mengevaluasi, dan menerapkan konsep ilmiah secara kritis. Gormally *et al.* (2012) mengembangkan *Test of Scientific Literacy Skills* (TOSLS) untuk mengukur literasi sains melalui sembilan indikator utama yang terbagi ke dalam dua aspek yaitu:

a. Menilai argumen ilmiah berdasarkan bukti

1. Mengidentifikasi argumen ilmiah yang valid

Kemampuan ini mengacu pada keterampilan peserta didik dalam membedakan pernyataan atau klaim yang didukung oleh bukti ilmiah dengan pernyataan yang bersifat subjektif atau opini. Peserta didik diharapkan dapat mengenali struktur argumen, termasuk klaim, alasan, dan bukti pendukung, serta menilai konsistensi logika dari argumen tersebut.

Dalam konteks pembelajaran biologi di SMA, kemampuan ini tercermin ketika peserta didik menilai kebenaran suatu pernyataan ilmiah berdasarkan data hasil pengamatan atau eksperimen sederhana, misalnya saat membedakan antara klaim ilmiah yang didukung oleh bukti empiris dengan pernyataan yang hanya bersifat asertif dalam diskusi kelas.

2. Menilai validitas sumber

Peserta didik dituntut untuk mengevaluasi keandalan dan kredibilitas sumber informasi ilmiah. Hal ini mencakup kemampuan membedakan antara jurnal ilmiah, publikasi populer, laporan penelitian, dan sumber yang kurang terpercaya, sehingga informasi yang digunakan dalam pengambilan keputusan atau analisis ilmiah bersifat sahih dan akurat. Dalam konteks pembelajaran biologi di SMA, peserta didik dapat menilai kredibilitas artikel atau video edukatif tentang proses biologis yang beredar di media sosial.

3. Menilai penggunaan dan penyalahgunaan informasi ilmiah

Kemampuan ini berkaitan dengan keterampilan peserta didik dalam mengidentifikasi apakah data atau informasi ilmiah digunakan secara tepat atau disalahartikan untuk mendukung klaim tertentu. Peserta didik belajar mengenali bias, generalisasi yang tidak tepat, atau manipulasi data yang dapat menyesatkan pembaca Dalam konteks pembelajaran biologi di SMA, peserta didik dapat mengevaluasi klaim produk kesehatan yang dikaitkan dengan prinsip kerja organ tubuh manusia melalui penelaahan data ilmiah, sumber informasi, serta kesesuaian klaim dengan konsep biologi yang telah dipelajari.

4. Memahami unsur-unsur desain penelitian dan bagaimana pengaruhnya terhadap temuan/kesimpulan ilmiah

Peserta didik diharapkan mampu memahami elemen-elemen penelitian seperti variabel, sampel, metode pengumpulan data, dan prosedur eksperimen. Kemampuan ini penting agar peserta didik dapat mengevaluasi bagaimana desain penelitian memengaruhi keabsahan hasil dan kesimpulan yang diambil, termasuk keterbatasan studi yang bersangkutan. Dalam pembelajaran konteks pembelajaran biologi di SMA, kemampuan ini muncul ketika peserta didik dapat menganalisis prosedur eksperimen sederhana untuk memahami keterkaitan antara rancangan percobaan dan hasilnya.

b. Mengorganisasi, menganalisis, dan menafsirkan data kuantitatif dan informasi ilmiah

1. Membuat representasi grafis data

Peserta didik mampu menyajikan data numerik atau kualitatif dalam bentuk grafik, tabel, diagram, atau visualisasi lainnya secara akurat. Representasi ini membantu dalam pemahaman pola dan data, serta memudahkan komunikasi temuan secara ilmiah. Dalam konteks pembelajaran biologi di SMA, peserta didik dapat menyajikan hasil pengamatan data eksperimen biologi ke dalam bentuk grafik batang atau diagram garis.

2. Membaca dan menafsirkan representasi grafis data

Kemampuan ini mencakup keterampilan peserta didik dalam membaca grafik atau tabel, mengenali pola, perbedaan, atau tren, dan menafsirkan makna dari data yang disajikan. Hal ini memungkinkan peserta didik membuat analisis yang berbasis bukti dan relevan. Dalam konteks pembelajaran biologi di SMA, peserta didik menafsirkan hubungan antara dua variabel dalam percobaan yang dilakukan di kelas.

3. Memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk probabilitas dan statistik

Peserta didik diharapkan dapat menggunakan keterampilan matematika dan statistik dasar untuk menyelesaikan masalah ilmiah. Misalnya, menghitung probabilitas, menganalisis distribusi data, atau menentukan hubungan antarvariabel dalam suatu eksperimen. Dalam konteks pembelajaran biologi di SMA, peserta didik dapat menggunakan data kuantitatif untuk menjawab permasalahan berbasis eksperimen.

4. Memahami dan menafsirkan statistik dasar

Kemampuan ini mengacu pada pemahaman konsep statistik sederhana seperti rata-rata, median, modus, varians, dan standar deviasi, serta kemampuan menafsirkan makna statistik tersebut dalam konteks penelitian atau fenomena ilmiah. Dalam konteks pembelajaran biologi di SMA, peserta didik dapat membandingkan hasil pengamatan beberapa kelompok untuk menentukan kecenderungan umum suatu fenomena biologis.

5. Menjelaskan kesimpulan, prediksi, dan kesimpulan berdasarkan data kuantitatif

Peserta didik mampu menyusun kesimpulan yang logis dan berbasis bukti dari data yang dianalisis, membuat prediksi yang realistis berdasarkan pola data, serta menjelaskan implikasi temuan tersebut dalam konteks ilmiah atau kehidupan sehari-hari. Dalam konteks pembelajaran biologi di SMA, kemampuan ini tampak ketika peserta didik menjelaskan hubungan antara hasil eksperimen dengan konsep ilmiah yang dipelajari.

Berdasarkan indikator yang dikembangkan oleh Gormally *et al.* (2012), bahwa kesembilan indikator tersebut menekankan pada *critical thinking* dan

penalaran ilmiah, sehingga literasi sains tidak hanya menilai penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan analisis, evaluasi, dan pengambilan keputusan berbasis bukti ilmiah. Dengan demikian, penerapan indikator-indikator ini memungkinkan pengukuran literasi sains peserta didik secara lebih komprehensif, tidak hanya menilai pemahaman konsep biologi secara kognitif, tetapi juga mengukur kemampuan mereka dalam berpikir kritis, menganalisis data, serta menerapkan prinsip ilmiah dalam konteks pembelajaran biologi yang autentik.

2.1.3 Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan sarana yang digunakan untuk memfasilitasi proses belajar, membantu peserta didik memahami konsep, dan meningkatkan efektivitas pengajaran. Salah satu teori yang relevan dalam pemilihan media adalah *Cone of Experience* yang dikemukakan oleh Edgar Dale (1969), yang menjelaskan tingkatan konkret-abstrak dalam media pembelajaran serta pengaruhnya terhadap retensi peserta didik. Menurut Dale (1969), pengalaman belajar yang paling konkret, seperti melakukan eksperimen langsung atau mengamati objek nyata, memungkinkan peserta didik mengingat hingga sekitar 90% dari apa yang dialami. Media audiovisual, seperti menonton video, film, atau demonstrasi, berada pada tingkat menengah dalam kerucut, dengan retensi sekitar 50–70%. Sementara itu, pengalaman yang paling abstrak, seperti membaca teks, mendengarkan ceramah, atau menggunakan simbol verbal dan angka, cenderung menghasilkan retensi yang lebih rendah, sekitar 10–20%.

Posisi media dalam kerucut ini menunjukkan bahwa semakin konkret pengalaman belajar yang diberikan melalui media, semakin tinggi pemahaman dan kemampuan peserta didik dalam mengingat konsep, sedangkan media yang bersifat abstrak memerlukan usaha tambahan agar materi dapat dipahami dengan baik. Prinsip ini menjadi dasar pertimbangan pemilihan media pembelajaran yang interaktif dan konkret, seperti *flashcard* berbantuan *Augmented Reality*, untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran di kelas.

2.1.4 Flashcard Berbantuan Augmented Reality (AR)

2.1.4.1 Pengertian Flashcard

Flashcard merupakan salah satu media konkret yang dapat membantu peserta didik memahami konsep melalui visualisasi langsung. Media ini pertama kali diperkenalkan oleh Doman pada tahun 1964 melalui bukunya yang berjudul “*How to Teach Your Baby to Read*”, yang kemudian menjadi sarana pengenalan *flashcard* secara luas kepada masyarakat. Seiring perkembangannya, *flashcard* semakin populer sebagai media pembelajaran karena bentuknya yang sederhana namun efektif. *Flashcard* merupakan sekumpulan kartu yang saling berkaitan, berisi kata, angka, atau gambar yang dapat ditampilkan pada satu sisi maupun kedua sisinya. Media ini dapat dimanfaatkan baik dalam kegiatan belajar di kelas maupun dalam pembelajaran mandiri (Putera Gunawan *et al.*, 2023).

Harisanty *et al.* (2020) menjelaskan bahwa *flashcard* termasuk media grafis yang mampu merangsang indera penglihatan melalui penyajian informasi yang ringkas dan jelas. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan *flashcard* dapat meningkatkan daya ingat serta hasil belajar peserta didik, khususnya jika dipadukan dengan metode pembelajaran aktif (Asmita & Eddiyansaa, 2025). Dengan demikian, *flashcard* tidak hanya menjadi media tradisional, tetapi juga relevan untuk mendukung pembelajaran modern, termasuk ketika dipadukan dengan teknologi digital.

2.1.4.2 Kelebihan dan Kekurangan Flashcard

Flashcard tidak hanya berfungsi sebagai media pembelajaran, tetapi juga dapat mempererat interaksi guru dan peserta didik. Dengan tampilan visualnya, *flashcard* dinilai efektif untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi peserta didik. Lebih lanjut, Harisanty *et al.* (2020) menegaskan bahwa keunggulan *flashcard* terletak pada sifatnya yang mudah dibawa dan penggunaannya yang fleksibel. Penggunaan *flashcard* dalam pembelajaran dipandang sebagai strategi yang sangat membantu, karena guru tidak hanya mengandalkan buku teks, melainkan dapat menyampaikan materi melalui media visual ini. Dengan begitu, hubungan emosional antara guru dan peserta didik dapat

terjalin, sementara peserta didik lebih mudah memahami informasi yang disampaikan.

Secara kognitif, penggunaan media visual seperti *flashcard* juga memiliki dasar teoritis yang kuat. Menurut teori *Dual Coding* oleh Paivio (1986), informasi yang disajikan melalui teks dan gambar secara bersamaan akan lebih mudah diproses dan diingat karena melibatkan dua sistem representasi dalam memori kerja verbal dan nonverbal. Hal ini memperkuat daya ingat dan pemahaman konsep, terutama dalam pembelajaran biologi yang banyak memuat istilah dan struktur visual. Dengan demikian, *flashcard* berperan penting dalam membantu peserta didik memproses dan mempertahankan informasi biologi secara lebih efektif.

Meskipun *flashcard* memiliki banyak kelebihan, media ini juga memiliki beberapa kekurangan. *Flashcard* lebih menekankan pada aspek visual sehingga hanya melibatkan indera penglihatan. Jika gambar yang ditampilkan terlalu kompleks, justru bisa membuat pembelajaran menjadi kurang efektif. Selain itu, ukuran *flashcard* yang kecil membuatnya kurang cocok digunakan untuk kegiatan belajar dengan kelompok besar (Ulfa, 2020).

2.1.4.3 Pengertian *Augmented Reality* (AR)

Menurut Mustaqim *Augmented Reality* (AR) adalah teknologi yang menggabungkan elemen virtual dengan dunia nyata secara langsung, sehingga konsep-konsep yang abstrak bisa divisualisasikan dengan lebih nyata dan mudah dipahami (Putra & Yuhelman, 2025). Dengan AR, peserta didik dapat melihat dan berinteraksi dengan objek virtual yang muncul di dunia nyata melalui perangkat digital seperti *smartphone*, sehingga pengalaman belajarnya menjadi lebih menarik dan interaktif. Dalam pembelajaran biologi, AR sangat berguna untuk membantu peserta didik memahami hal-hal yang sulit divisualisasikan, seperti struktur sel, sistem organ, atau proses biologis berskala mikroskopis (Ningrum *et al.*, 2024).

2.1.4.4 Kelebihan dan Kekurangan *Augmented Reality* (AR)

Menurut Mustaqim *Augmented Reality* (AR) adalah teknologi yang menggabungkan elemen virtual dengan dunia nyata secara langsung, sehingga konsep-konsep yang abstrak bisa divisualisasikan dengan lebih nyata dan mudah dipahami (Putra & Yuhelman, 2025). Dengan AR, peserta didik dapat melihat dan

berinteraksi dengan objek virtual yang muncul di dunia nyata melalui perangkat digital seperti *smartphone*, sehingga pengalaman belajarnya menjadi lebih menarik dan interaktif. Dalam pembelajaran biologi, AR sangat berguna untuk membantu peserta didik memahami hal-hal yang sulit divisualisasikan, seperti struktur sel, sistem organ, atau proses biologis berskala mikroskopis (Ningrum *et al.*, 2024).

Augmented Reality (AR) memiliki kelebihan sekaligus kekurangan yang perlu diperhatikan. Teknologi ini mampu menghadirkan pengalaman belajar yang lebih hidup dan interaktif, dan pemahaman konsep sehingga peserta didik bisa terlibat langsung dalam proses pembelajaran (Hariyono, 2023). AlNajdi (2022) menambahkan bahwa AR dapat mengubah peserta didik yang semula pasif menjadi lebih aktif, sehingga tingkat keterlibatan mereka pun meningkat. Dengan memanfaatkan perangkat seperti *smartphone* atau tablet, AR mampu menggabungkan dunia nyata dengan elemen digital secara *real-time*, menciptakan pengalaman baru dan mengubah cara kita berinteraksi dengan lingkungan (Rahman *et al.*, 2024).

Dari perspektif kognitif, penggunaan AR mendukung pengurangan *cognitive load* melalui visualisasi 3D interaktif yang membantu peserta didik memproses informasi kompleks secara lebih efisien. Hal ini sejalan dengan teori *Cognitive Load* Sweller (1994) yang menyatakan bahwa penyajian informasi yang sesuai dengan kapasitas memori kerja dapat meningkatkan pemahaman dan retensi. Selain itu, prinsip *Multimedia Learning* Mayer (2009) menegaskan bahwa kombinasi teks dan visual interaktif meningkatkan pemahaman konsep secara lebih mendalam karena memanfaatkan *dual channel processing* pada memori manusia.

Meskipun *Augmented Reality* (AR) menawarkan berbagai manfaat dalam pembelajaran, penggunaannya juga memiliki beberapa kekurangan. Menurut Cooper (2023), penggabungan objek virtual dengan dunia nyata terkadang dapat menimbulkan gangguan visual atau masalah penglihatan, sehingga dibutuhkan pemahaman yang baik dalam mengoperasikannya. Selain itu, keberhasilan penerapan AR sangat bergantung pada kesiapan guru. Guru perlu benar-benar menguasai cara menggunakan teknologi ini agar dapat menunjang strategi pembelajaran secara efektif. Jika penguasaan teknologi kurang memadai,

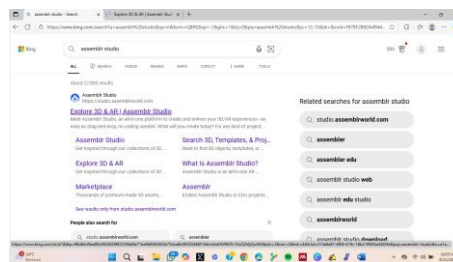
pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) bisa kurang maksimal, sehingga tujuan pembelajaran sulit tercapai (Dendodi *et al.*, 2024).

2.1.4.5 Pembuatan Media *Flashcard* berbantuan *Augmented Reality* (AR)

a. Pembuatan *Augmented Reality* (AR)

Terdapat 10 langkah dalam pembuatan *Augmented Reality* (AR) diantaranya sebagai berikut:

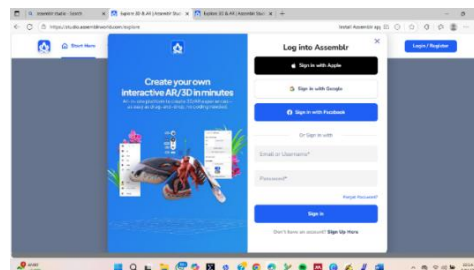
- 1) Membuka web *Assemlr Studio* di *Google Chrome*. Dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Tampilan halaman utama web Assemlr Studio

Sumber: Tangkapan Layar dari web *Google Chrome*

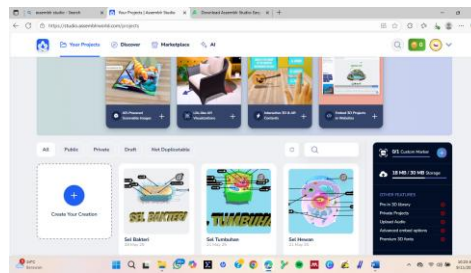
- 2) Membuat akun *Assemlr Studio*. Dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Pendaftaran akun Assemlr Studio

Sumber: Tangkapan Layar dari web Assemlr Studio

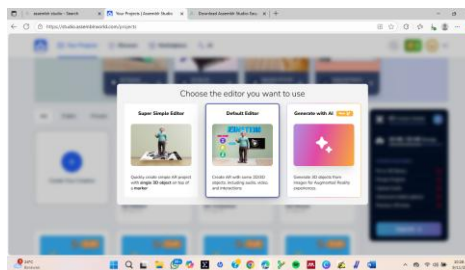
- 3) Memilih menu “ + *Create Your Creation*” untuk membuat proyek baru. Dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3. Tampilan awal pembuatan proyek

Sumber: Tangkapan Layar dari web Assemblr studio

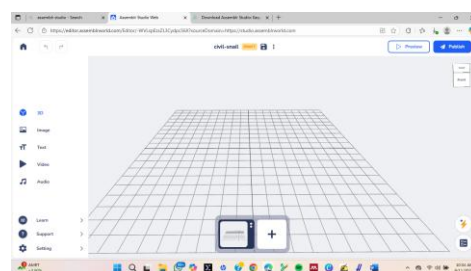
- 4) Memilih menu “*Default Editor*” untuk membuat AR dengan objek 2D/3D. Dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4. Tampilan menu editor

Sumber: Tangkapan Layar dari web Assemblr Studio

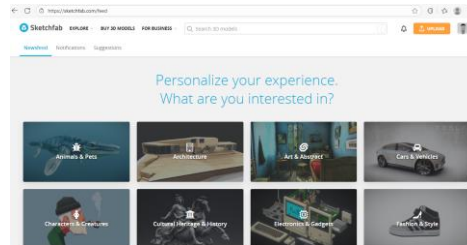
- 5) Setelah masuk pada lembar proyek baru, memilih gambar kubus untuk menambahkan objek 3D, gambar, teks, video atau audio. Dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2. 5. Proses penambahan objek 3D

Sumber: Tangkapan Layar dari web Assemblr Studio

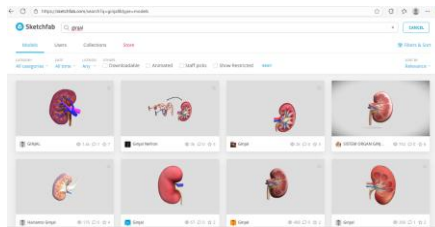
- 6) Membuka web *sketchfab* pada *google chrome*. Dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6. Tampilan halaman utama web *Sketchfab*

Sumber: Tangkapan Layar dari web *sketchfab*

- 7) Mencari dan memilih objek 3D yang sesuai dengan materi proyek. Dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7. Pemilihan objek 3D di *Sketchfab*

Sumber: Tangkapan Layar dari web *sketchfab*

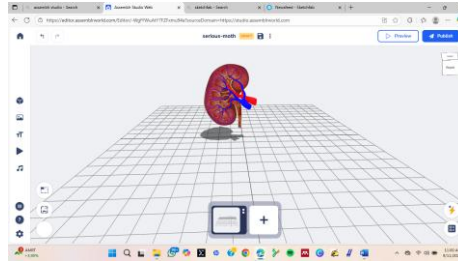
- 8) Mendownload 3D model. Dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8. Proses mendownload model 3D di *Sketchfab*

Sumber: Tangkapan Layar dari web *sketchfab*

- 9) Mengkreasikan proyek yang dibuat dan kemudian simpan. Dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9. Proses pengkreasian proyek AR di Assemblr Studio

Sumber: Tangkapan Layar dari web Assmlbr Studio

- 10) Setelah proyek jadi, proyek dipublikasikan sesuai dengan bentuk yang diinginkan lalu download QR Marker. Dapat dilihat pada gambar 2.10.



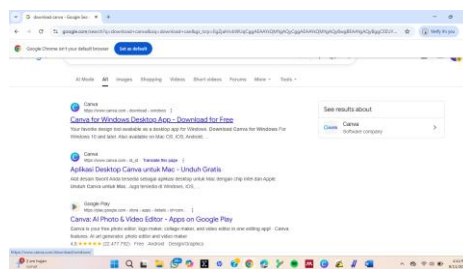
Gambar 2. 10. Proses publikasi proyek AR

Sumber: Tangkapan Layar dari web Assmlbr Studio

b. Pembuatan *Flashcard*

Media *flashcard* dibuat dengan dengan bantuan aplikasi *Canva*. Terdapat 6 langkah dalam membuat *flashcard* menggunakan aplikasi *Canva* diantaranya sebagai berikut:

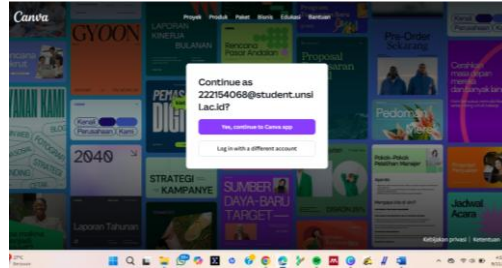
- 1) Membuka *Google Chrome*, lalu meginstal aplikasi *Canva*. Dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2. 11. Proses pengunduhan aplikasi Canva

Sumber: Tangkapan Layar dari web Canva

- 2) Membuat akun Canva. Dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2. 12. Proses pembuatan akun di Canva

Sumber: Tangkapan Layar dari web Canva

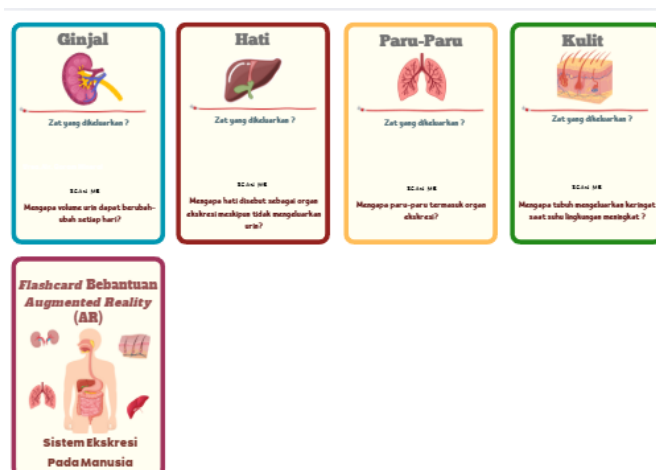
- 3) Memilih *template* yang tersedia. Dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2. 13. Pemilihan template *flashcard* di Canva

Sumber: Tangkapan Layar dari web Canva

- 4) Membuat desain baru. Dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2. 14. Pembuatan desain baru

Sumber: Tangkapan Layar dari web Canva

- 5) Menambahkan QR Marker yang sudah dibuat sebelumnya. Dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2. 15. Penambahan QR Code / QR Marker pada *flashcard*

Sumber: Tangkapan Layar dari web Canva

- 6) Mencetak *flashcard* AR

2.1.4.6 Langkah-langkah Penggunaan Media *Flashcard* berbantuan *Augmented Reality* (AR)

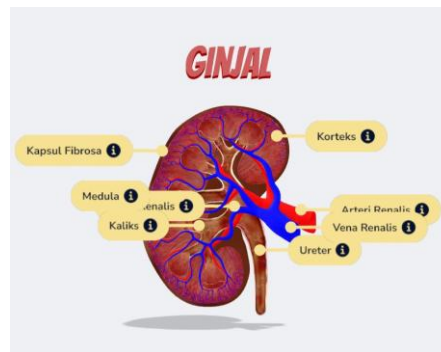
- 1) Buka *google*, lalu scan QR Marker yang tersedia pada *flashcard*. Dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2. 16. Tampilan *flashcard* berbantuan *Augmented Reality* (AR)

Sumber: Tangkapan Layar dari web canva

- 2) Amati dari berbagai sisi yang berbentuk objek 3D dengan menggeser dan memutar layar *smartphone*. Dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2. 17. Tampilan *Augmented Reality* (AR) pada *flashcard*

Sumber: Tangkapan Layar dari web Assmblr Studio

2.1.5 Materi Sistem Ekskresi pada Manusia

2.1.5.1 Sistem Ekskresi

Sistem ekskresi merupakan mekanisme tubuh untuk membuang sisa-sisa metabolisme yang tidak diperlukan oleh tubuh (Solihat *et al.*, 2022). Organ utama yang berperan dalam proses ekskresi pada manusia antara lain hati, paru-paru, kulit, dan ginjal. Setiap hari, tubuh manusia menghasilkan sisa metabolisme dan kotoran dari berbagai aktivitas biologis. Selama proses metabolisme berlangsung, terbentuklah limbah metabolik yang jumlahnya akan terus bertambah. Jika limbah tersebut menumpuk, kesehatan tubuh dapat terganggu. Oleh karena itu, kotoran dan zat sisa metabolisme perlu dikeluarkan melalui organ ekskresi, jika dibiarkan menumpuk, zat tersebut berpotensi meracuni sel dan menghambat aktivitas metabolisme (Kusuma, 2021).

Organ ekskresi memiliki peran penting, antara lain membuang sisa metabolisme, menjaga keseimbangan (homeostasis) tubuh, serta mengatur pH cairan tubuh. Organ-organ tersebut diantaranya sebagai berikut:

1. Ginjal

Ginjal berada di bagian belakang rongga perut (cavum abdominalis). Bentuknya menyerupai biji kacang dengan jumlah sepasang, terletak di sisi kiri dan kanan. Umumnya, ginjal sebelah kiri berukuran lebih besar dibandingkan dengan yang kanan, dan pada laki-laki biasanya panjang ginjal lebih besar daripada pada perempuan. Berat ginjal sekitar 0,5% dari berat badan (Primasari, 2017).

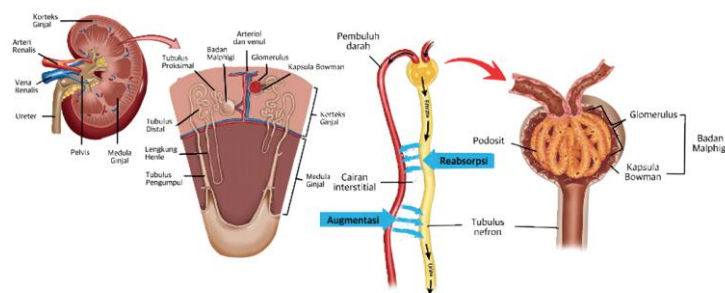
a. Fungsi Ginjal

Ginjal memiliki beberapa fungsi penting diantaranya:

- 1) Mengeluarkan hasil metabolisme tubuh, seperti urea, asam urat, kreatinin, keratin, sisa obat-obatan, serta zat beracun lainnya.
- 2) Mengatur keseimbangan cairan tubuh dengan mengontrol volume plasma darah dan jumlah air yang ada.
- 3) Menjaga kadar elektrolit melalui proses penyaringan zat-zat penting, seperti natrium, fosfor, dan kalium, untuk kemudian dikembalikan ke aliran darah.
- 4) Mengatur keseimbangan asam basa dengan menstabilkan pH plasma dan cairan tubuh, salah satunya melalui pengeluaran urine yang bersifat asam atau basa sesuai kebutuhan.
- 5) Mengendalikan tekanan osmotik dengan menyeimbangkan kadar garam, yakni membuang kelebihan garam atau menahan garam bila jumlahnya berkurang.

b. Struktur ginjal

Struktur ginjal terdiri atas tiga bagian utama, yaitu korteks, medula, dan pelvis. Korteks merupakan bagian terluar, medula berada di bagian dalam, sedangkan pelvis merupakan rongga terkecil yang menampung hasil penyaringan. Struktur ginjal dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2. 18. Struktur Ginjal

Sumber : Solihat *et al.* (2022)

Setiap ginjal manusia mengandung kurang lebih satu juta nefron dengan panjang total tubulus mencapai sekitar 80 km. Nefron merupakan unit fungsional terkecil ginjal yang tersusun atas badan malpighi dan saluran nefron. Badan

malpighi terdiri dari glomerulus yang diselubungi kapsul Bowman. Glomerulus merupakan anyaman kapiler darah, sementara kapsul Bowman berbentuk menyerupai cawan berdinding tebal yang mengelilinginya. Glomerulus berhubungan dengan arteriola aferen (lebih lebar) dan arteriola eferen (lebih sempit), sehingga ikut berperan dalam pengaturan tekanan darah. Fungsi utama glomerulus adalah menyaring atau melakukan filtrasi terhadap cairan darah. Saluran ginjal terdiri dari kapsul bowman, tubulus proksimal, lengkung henle, dan tubulus distal.

Pada bagian medula terdapat piramida ginjal serta piala ginjal yang berisi pembuluh-pembuluh berfungsi sebagai penampung hasil ekskresi. Pembuluh tersebut terhubung dengan ureter yang menyalurkan urine menuju kandung kemih. Kandung kemih sendiri berfungsi sebagai tempat penyimpanan urine sementara. Ketika kandung kemih terisi penuh, dindingnya akan tertekan sehingga otot melingkar pada pangkal kandung mengendur, dan timbul dorongan untuk buang air kecil. Selanjutnya, urine dikeluarkan melalui uretra.

c. Proses Pembentukan Urin

Pembentukan urine berlangsung di dalam nefron dan melalui tiga tahap utama, yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi.

1) Filtrasi

Tahap awal terjadi di glomerulus. Darah yang masuk melalui arteriola aferen memiliki tekanan cukup tinggi, sehingga mendorong cairan darah melewati saringan halus menuju kapsul Bowman. Pada tahap ini, hanya air dan molekul kecil seperti glukosa, asam amino, ion, serta urea yang bisa lolos. Sedangkan sel darah dan protein besar tetap tertahan. Hasil penyaringan awal ini disebut urine primer, yang mirip dengan darah tetapi tidak mengandung sel dan protein.

2) Reabsorpsi

Setelah terbentuk urine primer, zat-zat yang masih bermanfaat bagi tubuh akan diserap kembali di dalam tubulus. Sekitar 99% air yang tersaring akan dikembalikan ke tubuh, di mana proses ini berlangsung secara osmosis di tubulus proksimal dan dipengaruhi hormon ADH di tubulus distal sesuai

kebutuhan cairan tubuh. Selain itu, ion-ion penting seperti natrium, kalium, fosfat, serta nutrisi seperti glukosa dan asam amino juga ikut direabsorpsi agar tidak ikut terbuang. Protein dan asam amino lainnya pun diserap kembali di bagian awal tubulus sehingga tidak terbawa ke tahap berikutnya. Hasil dari proses ini adalah urine sekunder, yang kandungan zat sisa metabolisme seperti urea lebih tinggi, sedangkan zat-zat penting telah diserap kembali oleh tubuh.

3) Augmentasi (Sekresi Tubular)

Tahap terakhir adalah penambahan zat yang tidak lagi diperlukan tubuh ke dalam urine. Di tubulus distal, sel-sel ginjal melepaskan ion hidrogen dan kalium. Proses ini penting untuk menjaga keseimbangan pH darah agar tetap stabil.

Urin sebagian besar terdiri atas air, yakni sekitar 95%. Sisanya merupakan campuran berbagai zat, seperti hasil metabolisme protein berupa urea, mineral-mineral (natrium, kalsium, fosfat, sulfat, bikarbonat, dan amonia), elektrolit, racun, hormon, pigmen empedu seperti bilirubin dan urobilin, serta kreatinin. Kehadiran pigmen empedu inilah yang memberi warna dan aroma khas pada urine.

d. Gangguan dan Penyakit Ginjal

Terdapat beberapa gangguan dan penyakit pada ginjal ialah sebagai berikut:

1) Batu Ginjal

Batu ginjal adalah endapan keras menyerupai batu yang terbentuk di sepanjang saluran kemih (urolitiasis). Sekitar 80% batu ginjal tersusun dari kalsium, sedangkan sisanya berasal dari asam urat, sistin, dan struvit. Kondisi ini menimbulkan nyeri di perut bawah, bahkan bila menyumbat ureter, pelvis ginjal, atau tubulus, dapat menyebabkan nyeri punggung. Urin yang terhambat juga berisiko menjadi tempat berkembangnya bakteri hingga menimbulkan infeksi.

2) Diabetes Melitus (DM)

DM muncul akibat kekurangan produksi insulin (tipe I) atau rendahnya sensitivitas sel tubuh terhadap insulin (tipe II). Gejalanya antara lain sering buang air kecil (poliuria), rasa haus berlebihan (polidipsia), dan mudah lapar

(polifagia). Tanda awal yang biasanya diperhatikan adalah kadar gula darah tinggi. Jika kadar glukosa melebihi 160–180 mg/dl, maka sebagian ikut keluar bersama urine.

3) Gagal Ginjal Kronis

Gagal ginjal kronis terjadi ketika ginjal rusak permanen sehingga tidak dapat lagi berfungsi normal. Gejalanya berupa pembengkakan (edema), tekanan darah tinggi, serta kadar kreatinin rendah (<25). Pada kondisi berat, pasien memerlukan hemodialisis (cuci darah) atau transplantasi ginjal.

4) Nefritis

Nefritis adalah peradangan ginjal yang ditandai dengan ditemukannya albumin dalam urine (albuminuria). Pemeriksaan mikroskopis biasanya menunjukkan adanya sel darah merah, sel darah putih, dan fragmen granular dalam urine.

5) Glomerulonefritis

Glomerulonefritis merupakan peradangan pada glomerulus akibat infeksi bakteri *Streptococcus*. Peradangan ini mengganggu proses filtrasi ginjal. Ciri khasnya meliputi protein dalam urine (proteinuria), darah dalam urine (hematuria), serta tekanan darah tinggi.

2. Hati

Hati merupakan organ terbesar dalam tubuh manusia dengan warna cokelat dan berat sekitar 1,5 kg. Organ ini berada di bagian atas rongga abdomen, tepatnya di sisi kanan bawah diafragma. Hati memiliki dua permukaan utama, yaitu bagian atas yang berbentuk cembung menempel pada diafragma, serta bagian bawah yang tidak rata dan menunjukkan lekukan berupa fisura transversus.

Hati memiliki dua jalur peredaran darah, yaitu vena porta dan arteri hepatis. Organ ini mampu memproduksi sekitar 1 liter empedu setiap hari. Empedu terbentuk pada saluran-saluran kecil di dalam hati, lalu dialirkan melalui duktus hepatis kiri dan kanan dari masing-masing lobus. Cairan empedu mengandung garam empedu yang berfungsi sebagai pengemulsi untuk mempermudah proses pencernaan dan penyerapan lemak. Sekitar 50 ml empedu dapat disimpan di dalam kantong empedu. Proses sekresi empedu berlangsung

dalam dua tahap: pertama, sel-sel hepatosit menghasilkan empedu yang kaya akan asam empedu, kolesterol, serta senyawa organik lainnya, kemudian cairan tersebut dialirkan menuju kanalikuli biliaris. Pembentukan empedu ini juga berkaitan dengan fungsi hati dalam menghancurkan sel darah merah yang sudah tidak berfungsi. Hasil penguraian sel darah merah berupa pigmen empedu akan dikeluarkan tubuh bersama feses.

a. Fungsi Hati

Hati memiliki beberapa fungsi sebagai berikut:

1) Penyimpanan energi

Hati menyimpan energi dalam bentuk glikogen. Saat kadar gula darah tinggi, molekul glukosa diubah menjadi glikogen melalui proses glikogenesis. Sebaliknya, ketika gula darah rendah, glikogen dipecah kembali menjadi glukosa untuk memenuhi kebutuhan tubuh.

2) Penyimpanan vitamin

Hati menyerap vitamin dari darah melalui vena porta hepatica, lalu menyimpannya dalam jumlah cadangan. Vitamin yang disimpan meliputi A, B, D, E, dan K, dengan masa simpan 2–4 tahun.

3) Pabrik kimia tubuh

Hati memproduksi berbagai protein penting dalam darah, seperti:

- 3) Albumin, yang menjaga ketersediaan mineral penting, membantu distribusi air dari darah ke jaringan.
- 4) Globin, penyusun hemoglobin yang mengangkut oksigen dalam sel darah merah.
- 5) Globulin, protein yang mengandung antibodi dan berperan dalam sistem kekebalan serta pengangkutan lemak ke jaringan tubuh.
- 6) Fibrinogen dan protrombin, yang berfungsi dalam proses pembekuan darah dan penyembuhan luka. Selain itu, hati juga menghasilkan kolesterol yang diperlukan tubuh.

4) Detoksifikasi

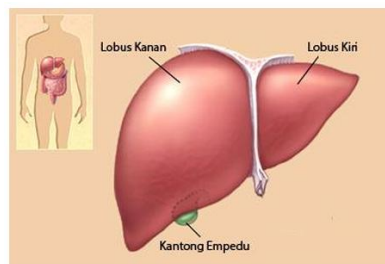
Hati berperan membersihkan darah dari racun, obat, atau alkohol. Zat berbahaya diserap lalu dinetralkan dengan bantuan cairan empedu.

5) Produksi empedu

Setiap hari hati menghasilkan 800-1.000 ml empedu yang terdiri dari air, asam dan garam empedu, kolesterol, fosfolipid, pigmen (bilirubin, biliverdin), serta ion. Empedu berasal dari penghancuran hemoglobin eritrosit tua, zat besi dan globin disimpan untuk pembentukan hemoglobin baru, sedangkan heme diuraikan menjadi bilirubin dan biliverdin. Pigmen ini memberi warna hijau kebiruan pada empedu, yang kemudian diubah menjadi urobilin di usus sehingga feses dan urine berwarna kuning. Empedu berfungsi mencerna dan menyerap lemak, mengaktifkan enzim lipase, melarutkan zat yang tidak larut air, serta membantu pembentukan urea dan amonia.

b. Struktur Hati

Hati tersusun atas dua lobus utama, yaitu lobus kiri dan lobus kanan, dengan posisi sebagian saling menutupi. Pada lobus kanan terdapat dua bagian, salah satunya berukuran lebih kecil. Setiap lobus terdiri atas unit-unit kecil yang disebut lobulus, yaitu struktur berbentuk segi enam dengan ukuran sekitar 1 mm. Struktur hati dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2. 19. Struktur Hati

Sumber : Kusuma (2021)

Bagian luar hati dibungkus oleh kapsula hepatica. Di dalam jaringan hati terdapat arteri hepatica dan vena porta hepatica. Arteri hepatica membawa sekitar 30% suplai darah ke hati yang berasal dari aorta, sehingga kaya oksigen. Sementara itu, vena porta hepatica mengalirkan sekitar 70% darah yang membawa zat makanan dari usus halus. Darah dari hati kemudian dikeluarkan melalui vena hepatica.

Pertemuan aliran darah dari arteri hepatica dan vena porta hepatica terjadi di sinusoid. Pada bagian ini terdapat sel Kupffer yang berfungsi melakukan fagositosis terhadap mikroorganisme asing maupun zat berbahaya.

c. Penyakit dan Gangguan Pada Hati

Beberapa penyakit dan gangguan pada hati diantaranya sebagai berikut:

1) Hepatitis (Radang Hati)

Hepatitis adalah peradangan pada hati yang dapat disebabkan oleh infeksi virus maupun faktor lain, seperti konsumsi alkohol berlebihan, penggunaan obat tertentu, atau gangguan autoimun. Jika penyebabnya virus, penyakit ini dibedakan menjadi hepatitis A, B, C, D, dan E.

2) Sirosis Hati (Pengerasan Hati)

Sirosis merupakan penyakit hati kronis yang ditandai dengan kerusakan sel hati yang kemudian digantikan jaringan parut. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya jaringan hati normal, mengubah struktur hati, menghambat aliran darah, serta menurunkan fungsi hati. Gejalanya meliputi perut terasa kembung, penuh gas, dan nyeri di ulu hati. Perut membesar dan terasa keras. Selanjutnya disertai dengan demam, menggigil, dan tubuh terasa lemah atau kaku.

3. Kulit

Kulit adalah lapisan terluar yang melindungi seluruh tubuh manusia (Primasari, 2017). Pada permukaannya terdapat kelenjar keringat dan kelenjar mukosa. Keringat yang dikeluarkan melalui pori-pori berisi air serta mineral, terutama garam dapur (NaCl) hasil metabolisme protein. Kulit juga memiliki kemampuan regenerasi tinggi, saat terluka, sel dermis akan melawan infeksi dan memperbaiki jaringan hingga terbentuk bekas luka (parut).

a. Fungsi Kulit

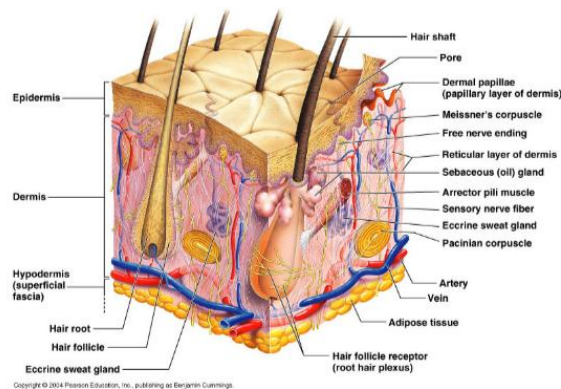
Kulit memiliki beberapa fungsi diantaranya;

- 1) Kulit dapat melindungi tubuh dari cedera mekanis, panas, dan paparan sinar UV melalui melanosit. Produksi keringat dan minyak membuat kulit bersifat asam sehingga menghambat infeksi jamur dan bakteri.

- 2) Kulit sehat mampu menyerap zat yang mudah menguap serta berperan dalam respirasi jaringan karena permeabel terhadap O_2 , CO_2 , dan uap air.
- 3) Kulit dapat mengatur suhu tubuh dengan menghasilkan keringat dan menyempitkan pembuluh darah.
- 4) Kulit berfungsi mengekskresikan keringat berupa air dan garam melalui pori-pori untuk menjaga suhu tubuh tetap stabil, dengan jumlah normal sekitar 50 ml per jam, namun dapat meningkat karena aktivitas, suhu tinggi, atau emosi, dan bila berlebihan dapat menyebabkan kekurangan garam hingga menimbulkan kejang atau pingsan.

b. Struktur kulit

Kulit merupakan organ terbesar tubuh dengan luas sekitar 2 m^2 dan ketebalan rata-rata 1–2 mm, meskipun berbeda di tiap bagian (0,5–5 mm). Berdasarkan strukturnya, kulit tersusun atas tiga lapisan, yaitu epidermis, dermis, dan hipodermis. Struktur kulit dapat dilihat pada gambar 2.20.



Gambar 2. 20. Struktur Kulit

Sumber: Aji (2017)

1) Epidermis

Epidermis adalah lapisan terluar yang selalu mengalami pengelupasan dan mengandung pigmen. Lapisan ini terdiri atas beberapa bagian, yaitu stratum korneum yang berisi sel mati keras dan tahan air, stratum lusidum yang berfungsi mengganti stratum korneum, stratum granulosum yang

mengandung pigmen melanin, serta stratum germinativum yang membentuk sel-sel baru.

2) Dermis

Dermis terletak di bawah epidermis dan berisi akar rambut, pembuluh darah, saraf, serta kelenjar. Kelenjar kulit terdiri dari kelenjar keringat (sudorifera) yang menghasilkan keringat berisi garam, terutama NaCl, serta kelenjar minyak (sebacea) yang melumasi rambut dan kulit agar tidak kering. Rambut tumbuh dari akar yang mendapat nutrisi dari pembuluh kapiler, dan di dekatnya terdapat otot penegak rambut.

3) Hipodermis

Hipodermis adalah lapisan terbawah kulit yang kaya akan lemak. Lemak berfungsi sebagai cadangan energi, pelindung tubuh dari benturan, sekaligus menjaga panas tubuh.

c. Gangguan dan Penyakit Pada Kulit

Beberapa gangguan dan penyakit pada kulit diantaranya sebagai berikut:

- 1) Xerosis adalah kondisi kulit kering dan kasar, terutama pada tungkai bawah, akibat kelembapan rendah. Kelainan ini terjadi karena gangguan maturasi epidermis, ditandai gatal dan peradangan pada lapisan tanduk.
- 2) Lentigo berupa bercak cokelat kehitaman (hiperpigmentasi). Jika muncul akibat sinar matahari disebut solar lentigo. Pada orang tua bercak bersifat permanen, sedangkan pada orang muda bisa hilang jika tidak terpapar matahari. Lentigo pada orang muda dikenal sebagai freckles.
- 3) Kanker kulit merupakan pertumbuhan sel kulit ganas yang dapat dipicu oleh paparan bahan kimia berulang, berkurangnya daya tahan kulit, atau menurunnya jumlah melanosit.
- 4) Eksim (dermatitis) ditandai peradangan kulit di tangan atau kaki. Pada kulit putih tampak merah muda lalu cokelat, sedangkan pada kulit gelap tampak lebih gelap. Eksim menimbulkan gatal, berpotensi infeksi, sehingga perlu segera diobati.

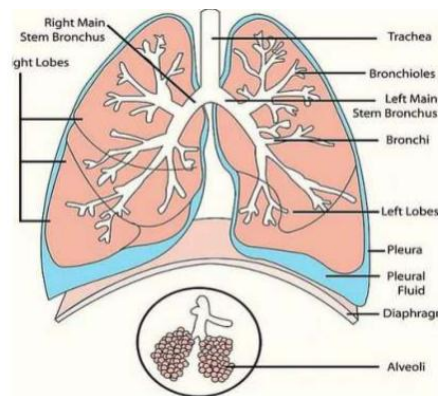
- 5) Scabies disebabkan oleh reaksi alergi terhadap tungau. Gejalanya gatal malam hari, lepuhan kecil, serta luka akibat garukan. Penyakit ini menular melalui kontak kulit, tidur bersama, atau berbagi handuk.
- 6) Kusta (lepra) adalah infeksi kronis oleh bakteri *Mycobacterium leprae*. Tanpa penanganan, penyakit ini bisa merusak kulit, saraf, anggota gerak, dan mata.
- 7) Jerawat terjadi akibat produksi minyak berlebih yang menyumbat folikel rambut dan pori-pori, sehingga menimbulkan peradangan. Umumnya muncul di wajah, dada, dan punggung.

4. Paru-Paru

Manusia memiliki sepasang paru-paru di rongga dada yang berfungsi utama sebagai organ pernapasan sekaligus alat ekskresi karena membuang sisa metabolisme berupa karbon dioksida dan uap air. Pertukaran gas terjadi di alveolus, di mana oksigen dari udara masuk ke kapiler darah untuk diedarkan ke seluruh tubuh, sedangkan karbon dioksida dan uap air dari jaringan dibawa darah ke paru-paru untuk dikeluarkan. Lapisan epitel alveolus yang lembap memudahkan proses difusi gas, sehingga saat ekspirasi, CO₂ dan uap air dilepaskan melalui hidung.

a. Struktur Paru-Paru

Paru-paru berada di rongga dada bagian atas dan berjumlah sepasang, kanan dan kiri. Paru-paru kanan memiliki tiga lobus, sedangkan paru-paru kiri terdiri atas dua lobus. Keduanya dibungkus selaput rangkap dua bernama pleura yang menghasilkan cairan pelumas untuk mencegah gesekan dengan dinding dada saat bernapas. Struktur paru-paru dapat dilihat pada gambar 2.21.



Gambar 2. 21. Struktur Paru-Paru

Sumber: Agustin (2022)

Di dalam paru-paru, bronkus kanan bercabang tiga dan bronkus kiri bercabang dua, sesuai jumlah lobusnya. Cabang-cabang ini disebut bronkiolus yang berakhir pada alveolus. Di alveolus, oksigen diikat darah untuk diedarkan ke jaringan, sedangkan karbon dioksida dan uap air dari jaringan dibawa kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan. Ion H^+ beracun diikat oleh hemoglobin, sementara HCO_3^- keluar dari sel darah merah ke plasma dan digantikan oleh ion Cl^- dari plasma darah.

b. Penyakit dan Gangguan Pada Paru-Paru

Beberapa penyakit dan gangguan pada paru-paru diantaranya sebagai berikut:

- 1) Bronkitis adalah peradangan pada bronkus.
- 2) Pneumonia terjadi akibat infeksi alveolus, ditandai peradangan membran paru hingga cairan, eritrosit, dan leukosit masuk ke alveoli.
- 3) Atektasis merupakan kondisi alveoli mengempis karena saluran napas tersumbat atau berkurangnya surfaktan.
- 4) Asma ditandai kontraksi otot polos bronkiolus secara spastik yang menyebabkan kesulitan bernapas akibat hipersensitivitas terhadap zat asing di udara.
- 5) TBC disebabkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dan ditandai terbentuknya bintik kecil pada dinding alveolus.

- 6) Polip adalah pembengkakan kelenjar limfa di hidung yang menyempitkan saluran napas.
- 7) Sianosis yaitu perubahan warna kulit menjadi kebiruan karena kelebihan Hb tanpa oksigen dalam kapiler darah.

2.1.5.2 Keterkaitan Sistem Ekskresi dengan Sistem Organ Lain

Sistem ekskresi tidak bekerja secara terpisah, melainkan berinteraksi dengan sistem organ lain dalam menjaga keseimbangan tubuh. Setiap organ ekskresi memiliki hubungan fungsional dengan sistem tertentu untuk memastikan proses pengeluaran zat sisa metabolisme berjalan optimal.

a. Keterkaitan Sistem Ekskresi dengan Sistem Peredaran Darah

Sistem peredaran darah berfungsi mengangkut zat sisa metabolisme hasil aktivitas sel, seperti urea, asam urat, dan kreatinin, menuju ginjal untuk disaring. Proses filtrasi terjadi di glomerulus dalam nefron, di mana darah disaring untuk memisahkan zat yang masih dibutuhkan tubuh dan zat sisa yang harus dikeluarkan. Selain itu, ginjal juga berperan dalam mengatur volume darah dan tekanan darah melalui pengaturan keseimbangan cairan dan elektrolit (Alwiyah *et al.*, 2024). Dengan demikian, sistem ekskresi dan sistem peredaran darah bekerja sama dalam menjaga kestabilan komposisi darah.

b. Keterkaitan Sistem Ekskresi dengan Sistem Pernapasan

Paru-paru berperan dalam mengeluarkan karbon dioksida (CO₂) sebagai hasil akhir respirasi sel. Karbon dioksida yang menumpuk dalam darah dapat menyebabkan perubahan pH menjadi lebih asam. Oleh karena itu, pengeluaran CO₂ melalui proses ekspirasi membantu menjaga keseimbangan asam-basa dalam tubuh (Putra *et al.*, 2024). Dalam hal ini, sistem pernapasan berfungsi sebagai organ ekskresi gas yang mendukung kestabilan kondisi internal tubuh.

c. Keterkaitan Sistem Ekskresi dengan Sistem Pencernaan

Hati sebagai bagian dari sistem pencernaan memiliki peran penting dalam proses detoksifikasi dan metabolisme zat. Amonia yang dihasilkan dari pemecahan protein diubah menjadi urea melalui siklus urea di hati. Urea tersebut kemudian diangkut oleh darah menuju ginjal untuk dikeluarkan melalui urin.

(Misnawati *et al.*, 2022). Kerja sama antara hati dan ginjal menunjukkan adanya keterkaitan erat dalam proses pembuangan zat sisa metabolisme.

d. Keterkaitan Sistem Ekskresi dengan Sistem Endokrin

Sistem endokrin mengatur fungsi ginjal melalui hormon, seperti hormon antidiuretik (ADH) dan aldosteron. ADH berperan dalam meningkatkan reabsorpsi air di tubulus ginjal sehingga memengaruhi volume urin yang dihasilkan (Qoyyumi, 2023). Aldosteron membantu mengatur keseimbangan natrium dan kalium dalam darah. Interaksi hormonal ini memungkinkan tubuh mempertahankan keseimbangan cairan dan tekanan osmotik secara optimal.

2.1.5.3 Peran Sistem Ekskresi dalam Menjaga Homeostasis

Homeostasis adalah kemampuan tubuh untuk mempertahankan kondisi internal agar tetap stabil meskipun terjadi perubahan lingkungan (Nasyafa *et al.*, 2024). Sistem ekskresi memiliki peran penting dalam proses ini melalui pengaturan keseimbangan cairan tubuh, konsentrasi elektrolit, serta pengendalian pH darah. Selain itu, sistem ekskresi juga berfungsi mengeluarkan zat sisa metabolisme yang bersifat toksik agar tidak menumpuk dan mengganggu fungsi sel.

Melalui koordinasi dengan sistem peredaran darah, pernapasan, pencernaan, dan endokrin, sistem ekskresi membantu menjaga kestabilan lingkungan internal tubuh sehingga proses fisiologis dapat berlangsung secara normal.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Dalam penelitian ini, penulis memaparkan beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan media pembelajaran *flashcard* berbantuan *Augmented Reality* (AR) untuk meningkatkan literasi digital dan literasi sains peserta didik pada materi sistem ekskresi. Dalam penelitian Gultom & Mudiono (2024) yang berjudul “Penggunaan *Flashcard* Untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Pada Siswa Kelas 1 Sekolah Dasar” bahwa pendekatan dengan menggunakan *flashcard* dapat meningkatkan keterampilan literasi anak-anak kelas 1 di SDN 3 Kotalama. Anak-anak mengalami peningkatan kemampuan membaca, menulis, dan memahami teks setelah mengikuti pembelajaran dengan *flashcard*. Selain itu,

pendekatan ini juga meningkatkan motivasi dan minat belajar peserta didik, sehingga mereka menjadi lebih antusias dan aktif dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Penggunaan *flashcard* yang bersifat interaktif, seperti kartu bergambar, mampu meningkatkan keterlibatan dan partisipasi peserta didik secara signifikan.

Hasil penelitian Hafiza *et al.* (2025) yang berjudul “Efektivitas Media Pembelajaran Asam Basa Terintegrasi *Augmented Reality* Terhadap Literasi Digital Peserta Didik” menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran asam-basa yang terintegrasi dengan *Augmented Reality* mampu meningkatkan literasi digital peserta didik Fase F SMA secara signifikan. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan skor rata-rata angket literasi digital sebesar 81,4% dan nilai *N-gain* 0,703, yang menunjukkan peningkatan sedang namun signifikan. Temuan ini menegaskan bahwa pemanfaatan media berbasis AR tidak hanya relevan dalam menghadapi tantangan pembelajaran di era digital, tetapi juga berdampak positif pada pengembangan literasi digital peserta didik.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Setiawan *et al.* (2022) yang berjudul “*Flashcard-Based Augmented Reality To Increase Students' Scientific Literacy*” menyatakan bahwa penggunaan *flashcard* berbasis *Augmented Reality* terbukti mampu meningkatkan literasi sains mahasiswa. Hal ini dibuktikan oleh hasil uji-t independen yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam hal kemampuan literasi sains. Kelas eksperimen memperoleh rata-rata tes literasi sains sebesar 76, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya 64. Hal ini membuktikan bahwa penerapan media *Augmented Reality* pada kelas eksperimen efektif meningkatkan literasi sains mahasiswa.

2.3 Kerangka Konseptual

Kemajuan teknologi modern telah membawa dampak besar terhadap dunia pendidikan. Salah satu keterampilan penting abad ke-21 yang perlu dimiliki peserta didik adalah literasi digital, yaitu kemampuan untuk memahami, mengevaluasi, dan memanfaatkan informasi dari berbagai sumber digital secara efektif. Namun, pada kenyataannya, kemampuan literasi digital peserta didik di

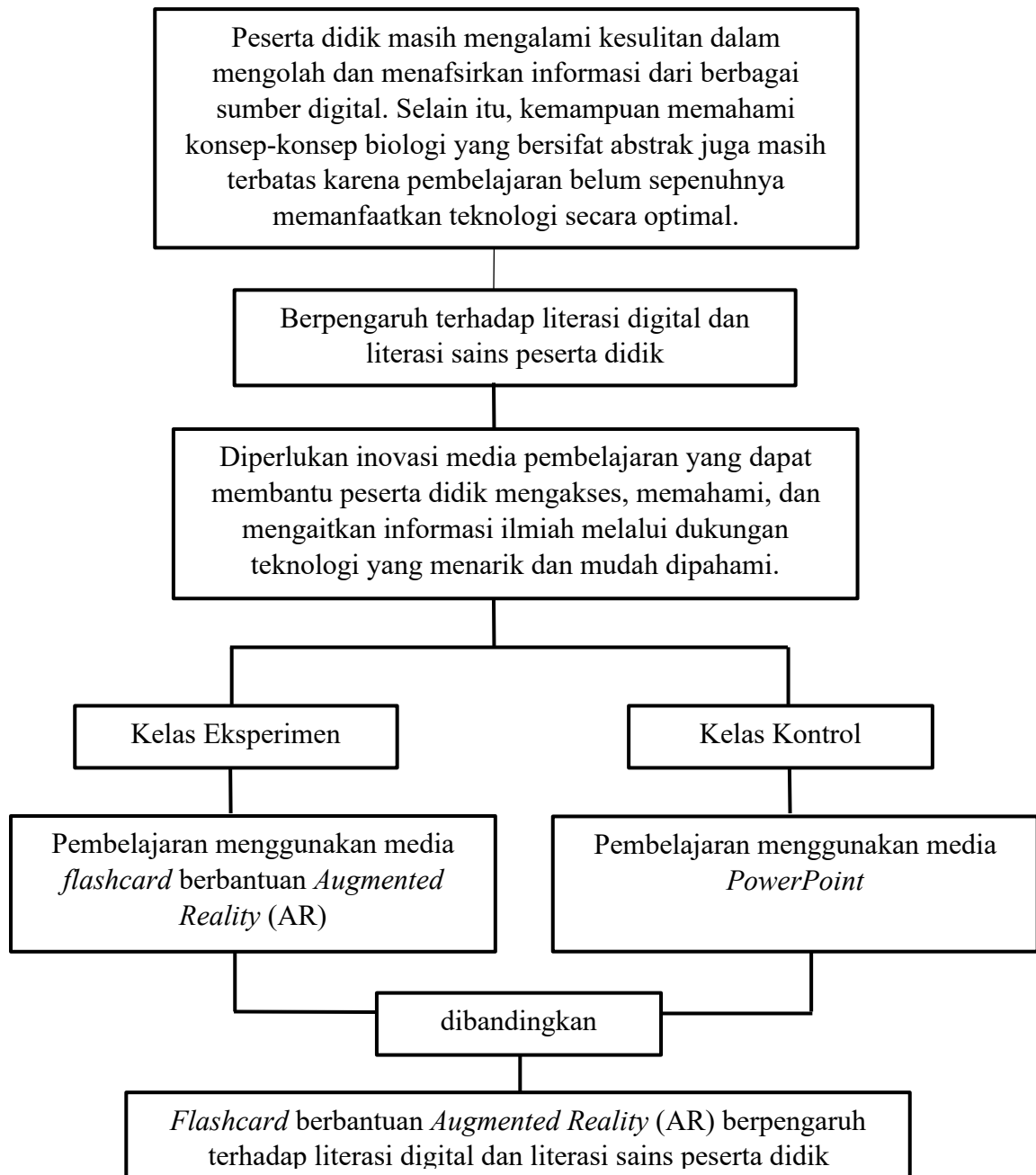
Indonesia masih tergolong sedang. Peserta didik belum sepenuhnya terbiasa menggunakan teknologi untuk mendukung proses belajar, terutama dalam memahami dan menafsirkan informasi ilmiah yang berkaitan dengan pembelajaran biologi.

Kondisi tersebut juga berdampak pada aspek literasi sains, karena kemampuan ini menuntut peserta didik untuk berpikir kritis, analitis, dan mampu mengaitkan konsep ilmiah dengan fenomena nyata. Pembelajaran biologi di sekolah, termasuk di SMAN 7 Tasikmalaya, masih cenderung berpusat pada guru dan kurang memanfaatkan media pembelajaran interaktif yang dapat membantu peserta didik memvisualisasikan konsep abstrak. Akibatnya, peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami hubungan antar konsep, menalar informasi secara ilmiah, serta mengaitkan materi pelajaran dengan konteks kehidupan sehari-hari.

Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang dapat membantu peserta didik mengembangkan literasi digital dan literasi sains secara bersamaan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah media *flashcard* berbantuan *Augmented Reality* (AR). Media ini mengombinasikan kartu pembelajaran dengan teknologi AR yang memungkinkan peserta didik berinteraksi dengan objek tiga dimensi (3D). Penyajian konsep dalam bentuk visual 3D membantu peserta didik memahami materi abstrak seperti sistem ekskresi secara lebih konkret dan menarik.

Dengan demikian, penggunaan media *flashcard* berbantuan AR diharapkan dapat meningkatkan literasi digital peserta didik melalui pemanfaatan teknologi interaktif, sekaligus mengembangkan literasi sains melalui peningkatan kemampuan memahami konsep, menalar informasi ilmiah, dan mengaitkan pengetahuan dengan fenomena kehidupan nyata.

Hubungan antara permasalahan, inovasi pembelajaran, serta pengaruh penggunaan media *flashcard* berbantuan *Augmented Reality* (AR) terhadap peningkatan literasi digital dan literasi sains peserta didik dapat dilihat pada gambar 2.22.



Gambar 2. 22. Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Agar penelitian dapat terarah dan sesuai dengan tujuan, maka dirumuskan hipotesis atau jawaban sementara sebagai berikut:

- H₁ : Terdapat pengaruh media *flashcard* berbantuan *Augmented Reality* (AR) terhadap literasi digital peserta didik pada materi sistem ekskresi di kelas XI SMA Negeri 7 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2025/2026.
- H₂ : Terdapat pengaruh media *flashcard* berbantuan *Augmented Reality* (AR) terhadap literasi sains peserta didik pada materi sistem ekskresi di kelas XI SMA Negeri 7 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2025/2026.