

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Literasi Digital

2.1.1.1 Pengertian Literasi Digital

Literasi digital pertama kali diperkenalkan oleh Gilster (1997) yang mendefinisikannya sebagai kemampuan untuk memahami dan menggunakan informasi dari berbagai sumber digital secara kritis dan tepat. Pandangan ini menekankan pentingnya pemahaman mendalam terhadap informasi, bukan sekadar keterampilan teknis menggunakan perangkat. Menurut Eshet alalai (2004) memperluas definisi ini dengan menjelaskan literasi digital sebagai seperangkat keterampilan kognitif, motorik, sosio emosional, serta teknis yang diperlukan untuk beradaptasi dengan tuntutan kehidupan di era digital. Artinya, literasi digital tidak hanya sebatas penguasaan teknologi, melainkan juga melibatkan kemampuan berpikir kritis dan adaptif dalam interaksi digital.

Menurut Bawden (2006), mengemukakan bahwa literasi digital mencakup kemampuan untuk menemukan, mengevaluasi, menggunakan, menciptakan, dan mengkomunikasikan informasi melalui media digital yang menekankan bahwa literasi digital harus selalu dikaitkan dengan pemikiran kritis agar individu tidak sekadar menjadi konsumen pasif informasi. Hal serupa dikemukakan oleh Hague & Payton (2010) yang mendefinisikan literasi digital sebagai kemampuan untuk menciptakan serta berbagi makna melalui berbagai bentuk komunikasi digital, sekaligus memahami praktik sosial, budaya, dan etika yang melekat di dalamnya. Definisi ini menegaskan dimensi sosial literasi digital yang penting dalam membangun masyarakat berpengetahuan.

Lebih lanjut UNESCO (2018) menekankan bahwa literasi digital adalah kemampuan untuk mengakses, mengelola, memahami, mengintegrasikan, mengkomunikasikan, mengevaluasi, dan menciptakan informasi secara aman dan tepat dengan memanfaatkan teknologi digital untuk berpartisipasi aktif dalam masyarakat modern. Definisi ini menegaskan peran literasi digital dalam memperkuat inklusi sosial, partisipasi warga, dan pembangunan berkelanjutan. *Framework* literasi digital UNESCO memiliki tujuh komponen utama: 1) perangkat keras dan perangkat lunak, 2) literasi informasi dan data, 3) komunikasi dan kolaborasi, 4) kreasi konten digital, 5) keamanan,

6) pemecahan masalah, dan 7) kompetensi terkait karir. Komponen-komponen ini mencakup kemampuan untuk menggunakan teknologi dan mengelola informasi secara efektif, aman, dan etis untuk berbagai tujuan, termasuk pekerjaan.

Sejalan dengan kerangka UNESCO, Uni Eropa juga mengembangkan *European Digital Competence Framework* (DigComp) sebagai panduan penguatan literasi digital masyarakat. DigComp mendefinisikan literasi digital sebagai penggunaan teknologi digital secara percaya diri, kritis, dan bertanggung jawab untuk belajar, bekerja, serta berpartisipasi dalam kehidupan sosial. Kerangka ini mengelompokkan 21 kompetensi digital ke dalam lima area utama, yaitu literasi informasi dan data, komunikasi dan kolaborasi, penciptaan konten digital, keamanan, dan pemecahan masalah (Ferrari, 2013). Sementara Ng (2012) menekankan tiga dimensi kompetensi literasi digital yaitu teknikal, kognitif, dan sosial emosional. Dimensi teknikal merujuk pada keterampilan dasar menggunakan teknologi, dimensi kognitif berkaitan dengan kemampuan berpikir kritis saat daring, dan dimensi sosial emosional berfokus pada perilaku dan interaksi etis di dunia maya.

Berdasarkan beberapa pendapat ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa literasi digital merupakan seperangkat kompetensi multidimensi yang melampaui keterampilan teknis dalam mengoperasikan perangkat digital. Literasi digital mencakup kemampuan kognitif untuk memahami dan mengevaluasi informasi, keterampilan teknis dalam mengakses serta memanfaatkan teknologi, dimensi sosial emosional yang terkait dengan etika, kolaborasi, dan partisipasi, serta peran strategisnya dalam mendukung pembangunan masyarakat berpengetahuan. Dengan demikian, literasi digital dapat dipandang sebagai kompetensi esensial abad 21 yang tidak hanya menekankan aspek individual, tetapi juga kolektif dalam membangun masyarakat yang kritis, inklusif, dan berkelanjutan.

2.1.1.2 Urgensi Literasi Digital

Pentingnya literasi digital dapat dilihat dari berbagai aspek strategis. Di era banjir informasi, masyarakat kerap berhadapan dengan hoaks dan propaganda, sehingga literasi digital diperlukan untuk memilah informasi yang valid (Boghossian, 2025). Selain itu, literasi digital menjadi kompetensi utama abad 21 yang menopang keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (Lee et al., 2025). Dalam dunia pendidikan, literasi digital meningkatkan mutu pembelajaran melalui pemanfaatan

sumber belajar digital, riset daring, dan kolaborasi inovatif (Sesmiarni, 2025). Literasi digital juga berfungsi sebagai benteng ketahanan digital, melindungi pengguna dari ancaman siber serta menanamkan etika bermedia (Hidayat et al., 2025a). Dengan demikian, literasi digital tidak hanya penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan keterampilan individu, tetapi juga berperan krusial dalam mewujudkan inklusi sosial serta pemerataan manfaat transformasi digital di era global.

Menurut Ardian et al (2025) literasi digital menjadi kunci dalam pembelajaran. Karena, literasi digital memuat berbagai tipe literasi seperti, literasi informasi, literasi komputer, literasi media, literasi komunikasi, literasi visual, dan literasi teknologi. Kemampuan literasi digital dapat membantu dalam mencari cari informasi dalam media digital dan dapat digunakan untuk mempersiapkan diri untuk menghadapi tantangan dalam teknologi. Literasi digital sangat penting untuk diaplikasikan dalam pembelajaran kepada peserta didik (Fiqtianisa, 2025).

Literasi digital memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berinteraksi, memiliki minat dalam membaca dari berbagai sumber, mendapatkan referensi belajar yang bermacam macam, kemampuan berkomunikasi, dan *problem solving*. Seseorang yang berliterasi digital perlu mengembangkan keterampilan untuk mencari data membangun suatu strategi dalam menggunakan *search engine* guna mencari informasi yang ada serta bagaimana menemukan informasi yang sesuai dengan kebutuhan informasinya. Selain itu, kemampuan penggunaan teknologi dan informasi dari perangkat digital membantu agar efektif dan efisien dalam berbagai konteks kehidupan (Hariyasasti, 2025).

Literasi digital merupakan kegiatan memproses berbagai informasi, dapat memahami pesan dan berkomunikasi efektif dengan orang lain dalam berbagai bentuk. Dalam hal ini, bentuk yang dimaksud termasuk menciptakan, mengolaborasi, mengomunikasikan, dan bekerja sesuai dengan aturan etika, dan memahami kapan dan bagaimana teknologi harus digunakan agar efektif mencapai tujuan. Dengan demikian, literasi digital menjadi kompetensi esensial untuk menghadapi arus informasi, meningkatkan keterampilan abad 21, memperkuat mutu pendidikan, dan membangun ketahanan digital, sehingga pengembangannya menjadi strategi penting untuk mendukung inklusi sosial dan pemerataan manfaat transformasi digital.

2.1.1.3 Indikator Literasi Digital

Adapun indikator pada kemampuan literasi digital ini terdapat empat indikator untuk mengukur tingkatan peserta didik dalam kemampuan literasi digital dan sebagai tolak ukur untuk mengetahui sejauh mana peserta didik memahami penggunaan digital. Menurut Gilster (1997), yaitu pencarian di internet (*internet searching*), navigasi hypertextual (*hypertextual navigation*), evaluasi konten (*content evaluation*), dan penyusunan pengetahuan (*knowledge assembly*).

a. Pencarian di internet (*internet searching*)

Kompetensi sebagai suatu kemampuan seseorang untuk menggunakan internet dan melakukan berbagai aktivitas di dalamnya. Kompetensi ini mencakup beberapa komponen yakni kemampuan untuk melakukan pencarian informasi diinternet dengan menggunakan *search engine*, serta melakukan berbagai aktivitas di dalamnya.

b. Navigasi hypertextual (*hypertextual navigation*)

Kompetensi ini sebagai suatu keterampilan untuk membaca serta pemahaman secara dinamis terhadap lingkungan hypertext. Jadi seseorang dituntut untuk memahami navigasi (pandu arah) suatu hypertext dalam web browser yang tentunya sangat berbeda dengan teks yang dijumpai dalam buku teks. Kompetensi ini mencakup beberapa komponen antara lain: Pengetahuan tentang hypertext dan hyperlink beserta cara kerjanya, pengetahuan tentang perbedaan antaramembaca buku teks dengan melakukan browsing via internet, pengetahuan tentang cara kerja web meliputi pengetahuan tentang bandwidth, http, html, dan url serta kemampuan memahami karakteristik web.

c. Evaluasi konten (*content evaluation*)

Kompetensi ini merupakan kemampuan seseorang untuk berpikir kritis dan memberikan penilaian terhadap apa yang ditemukan secara online disertai dengan kemampuan untuk mengidentifikasi keabsahan dan kelengkapan informasi yang direferensikan oleh link hypertext. Kompetensi ini mencakup beberapa komponen antara lain: kemampuan membedakan antara tampilan dengan konten informasi yakni persepsi pengguna dalam memahami tampilan suatu halaman web yang dikunjungi, kemampuan menganalisa latar belakang informasi yang ada di internet yakni kesadaran untuk menelusuri lebih jauh mengenai sumber dan pembuat informasi, kemampuan mengevaluasi suatu alamat web dengan cara memahami macam macam domain untuk

setiap lembaga ataupun negara tertentu, kemampuan menganalisa suatu halaman web, serta pengetahuan tentang FAQ dalam suatu newsgroup/grup diskusi

d. Penyusunan pengetahuan (*knowledge assembly*)

Kompetensi ini sebagai suatu kemampuan untuk menyusun pengetahuan, membangun suatu kumpulan informasi yang diperoleh dari berbagai sumber dengan kemampuan untuk mengumpulkan dan mengevaluasi fakta dan opini dengan baik serta tanpa prasangka. Hal ini dilakukan untuk kepentingan tertentu baik pendidikan maupun pekerjaan. Kompetensi ini mencakup beberapa komponen yaitu: kemampuan untuk melakukan pencarian informasi di internet, kemampuan untuk membuat suatu personal newsfeed atau pemberitahuan berita terbaru yang akan didapatkan dengan cara bergabung dan berlangganan berita dalam suatu newsgroup, mailing list maupun grup diskusi lainnya yang mendiskusikan atau membahas suatu topik tertentu sesuai dengan kebutuhan atau topik permasalahan tertentu. Kemampuan untuk melakukan crosscheck atau memeriksa ulang terhadap informasi yang diperoleh, kemampuan untuk menggunakan semua jenis media untuk membuktikan kebenaran informasi serta kemampuan untuk menyusun sumber informasi yang diperoleh di internet dengan kehidupan nyata yang tidak terhubung dengan jaringan.

Dari pemaparan diatas dapat disimpulkan bahwa literasi digital merupakan kemampuan dalam pemakaian perangkat digital dimana peserta didik perlu adanya literasi ini agar dapat berpikir kritis serta kemampuan dalam memahami pemakaian digital.

2.1.2 Self Regulated Learning (SRL)

2.1.2.1 Pengertian Self Regulated Learning

Self regulated learning dalam bahasa Indonesia diartikan sebagai kemandirian belajar, regulasi diri dalam belajar atau pengelolaan diri dalam belajar. Adapun menurut Cheng (2011), SRL adalah proses belajar di mana peserta didik menggunakan keterampilan pengaturan diri, seperti menilai diri sendiri, mengarahkan diri, mengendalikan dan menyesuaikan diri untuk memperoleh pengetahuan. Peserta didik digambarkan sebagai individu yang dapat mengatur diri sendiri (*self regulated*) apabila peserta didik aktif secara metakognitif, motivasi dan perilaku dalam pembelajaran mereka sendiri (Zimmerman, 1989). Pernyataan tersebut diperjelas oleh (Zimmerman, 1990) yaitu dalam proses metakognitif, pembelajar merencanakan, menetapkan tujuan,

mengatur, memantau dan mengevaluasi di berbagai titik selama proses pembelajaran. Proses ini memberi mereka kepercayaan diri untuk memperdalam pengetahuan mereka dan menentukan pendekatan untuk belajar. Dalam proses motivasi, peserta didik melaporkan tingkat efikasi diri yang tinggi, atribusi diri dan minat dalam mengerjakan tugas.

Motivasi belajar dapat diperkuat melalui pemanfaatan teknologi pembelajaran yang mendukung pengembangan kemampuan regulasi diri peserta didik. SRL memiliki keterkaitan erat dengan teknologi pembelajaran, karena keduanya saling mendukung dalam menciptakan proses belajar yang mandiri, adaptif, dan berkelanjutan. Teknologi berbasis kecerdasan buatan seperti *intelligent tutoring systems*, *adaptive learning systems*, dan *automated feedback dashboards* membantu peserta didik mengatur, memantau, serta mengevaluasi proses belajarnya melalui umpan balik yang dipersonalisasi dan bimbingan adaptif, sehingga memperkuat kemampuan kognitif, metakognitif, dan motivasional dalam belajar (Banihashem et al., 2025)

2.1.2.3 Indikator *Self Regulated Learning*

Menurut Zimmerman (1989) *Self Regulated Learning* tidak hanya dipengaruhi oleh proses pribadi (*person*) tetapi dipengaruhi juga oleh peristiwa lingkungan (*environment*) dan perilaku (*behavior*) secara timbal balik.

a. Pribadi (*person*)

Faktor *person* atau individu berasal dari dalam diri peserta didik itu sendiri. Faktor *person* atau individu berkaitan dengan persepsi *self efficacy* peserta didik yang meliputi penggunaan strategi belajar dan pemantauan diri. Persepsi *self efficacy* bergantung pada pengetahuan peserta didik, proses metakognitif, tujuan, dan pengaruh.

b. Lingkungan (*environment*)

Faktor *environment* atau lingkungan berkaitan dengan perilaku proaktif peserta didik terhadap penggunaan strategi manipulasi lingkungan seperti peserta didik mengatur area belajar yang tenang dengan cara menghilangkan kebisingan, mengatur pencahayaan yang memadai dan mengatur tempat untuk belajar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor lingkungan berkaitan dengan bagaimana peserta didik mengatur lingkungan belajarnya sendiri. Adapun lingkungan yang dimaksud dapat berupa lingkungan fisik dan lingkungan sosial seperti lingkungan sekolah, keluarga dan sebagainya.

c. Perilaku (*behavior*)

SRL dapat dilihat dari tiga perilaku peserta didik yaitu, 1) *Self observation* (observasi diri), 2) *Selfjudgment* (penilaian diri), dan 3) *Self reaction* (reaksi diri). Observasi diri mengacu pada tanggapan peserta didik yang melibatkan pemantauan kinerja mereka sendiri. Mengobservasi diri sendiri dapat memberikan informasi tentang kemajuan peserta didik untuk mencapai tujuannya. Observasi diri dipengaruhi oleh proses pribadi seperti *self efficacy*, penetapan tujuan, perencanaan metakognitif dan perilaku. Penilaian diri mengacu pada tanggapan peserta didik yang membandingkan kinerja mereka dengan standar atau tujuan. Hal tersebut mengasumsikan penilaian atau evaluasi diri tergantung pada proses pribadi seperti *self efficacy*, penetapan tujuan dan pengetahuan atau standar, serta tanggapan yang diamati sendiri. Contoh umum peserta didik mengevaluasi diri secara perilaku adalah peserta didik memeriksa kembali jawaban tugas mereka dan menilai jawaban mereka dalam kaitannya dengan jawaban orang lain atau lembar jawaban. Reaksi diri mengacu pada kinerja seseorang, seperti halnya dengan observasi diri dan evaluasi diri. Reaksi diri peserta didik melibatkan proses pribadi seperti penetapan tujuan, persepsi *self efficacy* dan perencanaan metakognitif serta perilaku.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa SRL dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu person (individu), environment (lingkungan) dan behavior (perilaku). SRL dapat terjadi apabila peserta didik dapat menggunakan proses personal (diri) untuk secara strategis mengatur perilaku dan lingkungan belajar mereka secara langsung.

Tabel 2.1 Aspek Self Reglated Learning

Aspek	Indikator
Personal	1. Mengatur dan menerapkan (<i>organizing & transforming</i>)
	2. Mengulang dan mengingat (<i>rehearsing & memorizing</i>)
	3. Perencanaan tujuan dan menetapkan tujuan (<i>goal setting & planning</i>)
Perilaku	4. Evaluasi diri (<i>self evaluating</i>)
	5. Konsekuensi diri (<i>self consequating</i>)
	6. Mencari informasi (<i>seeking information</i>)
	7. Menyimpan catatan dan mengamati (<i>keeping record & monitoring</i>)

Aspek	Indikator
Lingkungan	8.Mengatur lingkungan (<i>environmental structuring</i>)
	9.Meminta bantuan sosial (<i>seek social assistance</i>)
	10.Meninjau kembali catatan, buku pelajaran, tugas atau tes (<i>reviewing records test, or work, notes, texts book</i>)
	11. Lainnya (<i>Other</i>) melakukan apa yang dikatakan oleh guru

Sumber: Zimmerman (1989)

2.1.3 Pengertian Media Pembelajaran

Menurut Mayer (2002) media pembelajaran adalah sarana yang digunakan untuk menyajikan materi pembelajaran dengan menggabungkan unsur verbal (teks atau narasi) dan nonverbal (gambar, animasi, atau video) agar peserta didik dapat membangun representasi mental yang bermakna. Proses pembelajaran akan lebih efektif ketika informasi disajikan melalui dua saluran pemrosesan utama, yaitu saluran visual dan saluran auditori, yang bekerja secara bersamaan untuk mengolah informasi. Media pembelajaran dioperasikan sebagai segala bentuk alat, sarana, atau platform digital yang dimanfaatkan oleh pendidik untuk menyalurkan informasi dan memfasilitasi proses belajar peserta didik secara efektif dan interaktif (Arsyad, 2009).

Media pembelajaran mencakup berbagai bentuk seperti video interaktif, aplikasi berbasis web, dan bahan ajar digital yang berfungsi membantu peserta didik memahami konsep secara lebih konkret (Suryani & Yusnaldi, 2024). Dalam konteks penelitian ini, media pembelajaran digunakan untuk mendukung keterlibatan aktif peserta didik selama kegiatan belajar dan mengajar berlangsung. Penggunaan media pembelajaran diukur melalui beberapa indikator, yaitu frekuensi penggunaan media selama proses pembelajaran, durasi waktu pemanfaatan media, serta respon peserta didik terhadap kemudahan, ketertarikan, dan efektivitas media tersebut. Dengan demikian, media pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual atau audio, tetapi juga sebagai sarana penguatan interaksi edukatif antara guru dan peserta didik yang berorientasi pada peningkatan hasil belajar (Hidayat et al., 2025)

2.1.4 Penggunaan Media Edpuzzle

Edpuzzle merupakan media pembelajaran berbasis web video interaktif yang memungkinkan guru menyisipkan pertanyaan, kuis, dan catatan sepanjang video. Media ini dirancang untuk membuat proses belajar menjadi lebih aktif dan menarik, karena

peserta didik dapat menonton materi sambil menjawab pertanyaan atau menyelesaikan tugas secara langsung (Ramasany et al., 2022a). Fitur interaktif pada Edpuzzle seperti pertanyaan reflektif, kuis, dan jeda video mendukung keterlibatan aktif peserta didik dan memungkinkan mereka merefleksikan pemahamannya secara langsung. Dengan demikian, Edpuzzle tidak hanya menjadi sarana penyampaian materi, tetapi juga media pembelajaran berbasis pengalaman yang sejalan dengan prinsip pembelajaran konstruktivistik.

Salah satu keunggulan edpuzzle adalah fleksibilitasnya dalam menggunakan video, baik dengan mengintegrasikan video dari *youtube* maupun mengunggah dan membuat video sendiri, sehingga guru dapat menyesuaikan materi sesuai kebutuhan pembelajaran. Edpuzzle dirancang untuk membuat pembelajaran menjadi lebih aktif dan menarik, karena peserta didik dapat menonton materi sambil menjawab pertanyaan atau menyelesaikan tugas secara langsung (Sinaga & Adlini, 2025). Dengan demikian, Edpuzzle memadukan visual, audio, dan evaluasi interaktif yang meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep yang disampaikan. Penggunaan Edpuzzle telah terbukti meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar peserta didik. Penelitian menunjukkan bahwa media interaktif seperti Edpuzzle membuat peserta didik lebih tertarik dan fokus pada materi dibandingkan media konvensional (Permana, 2024). Selain itu, guru dapat menyesuaikan tingkat kesulitan pertanyaan dan materi, sehingga pembelajaran menjadi lebih adaptif dan personal bagi setiap peserta didik.

Peserta didik dapat mengakses video kapan saja dan mempelajari materi sesuai kecepatan masing masing, sehingga pembelajaran menjadi lebih mandiri dan efektif. Media ini tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga membantu peserta didik dalam memahami konsep melalui interaksi langsung dan latihan evaluasi. Peserta didik akan merasa kesulitan di awal permainan karena harus beradaptasi dan tentunya masih banyak peserta didik yang bertanya cara menggunakannya, sehingga guru perlu memberikan bimbingan mengenai cara menggunakan Edpuzzle (Ware, 2021).

Adapun Langkah Langkah menggunakan Media Edpuzzle adalah sebagai berikut

1. Membuat akun atau masuk: *Sign Up / Login*, Peserta didik membuat akun Edpuzzle atau masuk menggunakan akun yang diberikan guru untuk dapat mengakses materi.

2. Mengakses video pembelajaran: *Class / Assignment Link*, Peserta didik membuka tautan atau kelas virtual yang berisi video interaktif yang dibagikan guru.
3. Menonton video secara aktif: *Video Player & Playback Controls*, Tonton video sambil memperhatikan materi, catatan, atau petunjuk yang disisipkan guru.
4. Menjawab pertanyaan dan kuis: *Embedded Questions (Multiple Choice, Open Ended, True/False)*, Jawab pertanyaan yang muncul di sepanjang video untuk menguji pemahaman konsep.
5. Memberikan catatan atau refleksi: *Notes / Comments*, Jika diminta, tulis jawaban singkat, catatan, atau refleksi terhadap materi yang telah dipelajari.
6. Menyelesaikan video dan mengirim jawaban: *Submit / Finish Assignment*, Pastikan semua pertanyaan dijawab, lalu kirim hasilnya untuk dinilai guru.
7. Mengecek umpan balik: *Feedback / Progress Dashboard*, Tinjau hasil dan komentar dari guru untuk memperbaiki pemahaman konsep yang belum jelas.

Fitur *Notes* (catatan digital) pada Edpuzzle memungkinkan guru menambahkan catatan kontekstual, tautan ke sumber eksternal, atau arahan reflektif yang secara langsung mendukung pengembangan kemampuan *hypertextual navigation* peserta didik. Melalui fitur ini, guru dapat menyisipkan catatan berupa tautan menuju artikel ilmiah, sumber belajar tambahan, atau pertanyaan reflektif yang mendorong peserta didik untuk menelusuri dan memahami alur informasi non linear dalam konteks digital (Vivianingsih et al., 2023). Fitur Navigasi diaktifkan melalui tab *Questions* dan *Notes* pada editor Edpuzzle, di mana guru dapat menentukan titik tertentu pada *timeline* video untuk menambahkan catatan pengarah pembelajaran. Setelah menonton video, peserta didik diarahkan melalui catatan tersebut untuk membuka sumber eksternal atau menuliskan kembali informasi penting sebelum melanjutkan analisis pada bagian berikutnya.

Sementara itu, fitur *Student Progress Analytics* menyediakan fasilitas pemantauan aktivitas belajar secara *real-time* yang membantu guru menilai tingkat keterlibatan peserta didik selama proses *internet searching* dan *data processing* (Cigario et al., 2025). Melalui *dashboard* analitik, guru dapat memantau persentase tayangan video yang telah ditonton, waktu akses terakhir, jumlah jawaban benar atau salah dari soal sisipan, serta frekuensi percobaan (*attempts*) yang dilakukan peserta didik. Berdasarkan hasil analisis tersebut, guru dapat memberikan tindak lanjut berupa umpan balik, tugas pengayaan, atau kegiatan remedial bagi peserta didik yang belum mencapai

target pembelajaran. Dengan demikian, berbagai fitur Edpuzzle tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap media pembelajaran interaktif, tetapi juga berperan dalam memperkuat indikator literasi digital terutama pada aspek evaluasi konten digital, navigasi hipertextual, serta refleksi dan pengelolaan informasi secara mandiri.

2.1.5 Hubungan Media Edpuzzle terhadap Literasi Digital dan SRL

Penggunaan media pembelajaran interaktif berbasis video mampu meningkatkan keterlibatan dan refleksi belajar peserta didik dalam proses pembelajaran digital (Lan et al., 2025). Literasi digital tidak hanya mencakup kemampuan teknis dalam mengoperasikan teknologi tetapi juga kemampuan berpikir kritis dalam menyeleksi, mengevaluasi, dan menggunakan informasi secara etis dalam mengoperasikan media (Shi et al., 2025). Media pembelajaran interaktif juga memiliki peran penting dalam meningkatkan SRL peserta didik. Fitur seperti *autonomous pacing* dan *feedback loop* dalam Edpuzzle memungkinkan peserta didik untuk mengatur waktu, memantau kemajuan, dan mengevaluasi hasil belajarnya secara mandiri (Faza & Lestari, 2025). Menurut Riswanto et al (2025) menyebutkan bahwa literasi digital memiliki hubungan prediktif yang kuat terhadap peningkatan regulasi diri dalam belajar. Peserta didik dengan tingkat literasi digital yang tinggi cenderung lebih mampu mengelola sumber belajar daring, menyeleksi informasi relevan, serta mengatur strategi belajar sesuai kebutuhan individu.

2.1.6 Deskripsi Materi Bioproses Sel

2.1.6.1 Prinsip Bioproses dalam Sel: Transportasi Membran

Bioproses sel merupakan rangkaian aktivitas biologis yang mendukung keberlangsungan hidup organisme, salah satunya melalui mekanisme transport membran. Membran sel berfungsi mengatur gerakan materi atau transportasi dari dan keluar sel. Membran sel memiliki sifat semipermeabel atau selektif *permeabel*. Membran sel dikatakan bersifat semipermeabel karena hanya dapat dilewati oleh zat cair berupa air yang masuk ke dalam tubuh. Sementara itu, membran sel bersifat selektif permeabel karena hanya dapat dilalui oleh zat zat atau ion ion tertentu (Raymond, 2022). Transpor zat melalui membran sel memiliki beberapa tujuan, yaitu sebagai berikut: 1) Memasukkan gula, asam amino, dan nutrisi lain yang diperlukan oleh sel. 2) Memasukkan oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida. 3) Mengatur konsentrasi ion anorganik di dalam sel, misalnya ion K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , dan Cl^- . 4) Membuang sisa

metabolisme yang bersifat racun. 5) Menjaga kestabilan pH. 6) Menjaga konsentrasi suatu zat untuk mendukung kerja enzim. (Campbell et al., 2010)

Transpor melalui membran sel dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

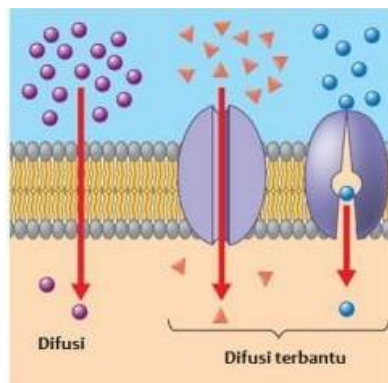
a. Transpor Pasif

Transpor pasif adalah transpor yang tidak memerlukan energi. Transpor ini berlangsung akibat adanya perbedaan konsentrasi antara zat atau larutan yang akan berpindah dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Ada tiga macam transpor pasif, yaitu difusi dan osmosis (Ellory et al., 1988).

1) Difusi

Difusi atau difusi sederhana adalah perpindahan zat (padat, cair, atau gas) dengan atau tanpa melewati membran, dari daerah yang konsentrasinya tinggi (hipertonis) ke daerah yang konsentrasinya rendah (hipotonis). Akibat perpindahan ini, konsentrasi zat menjadi sama atau isotonis (Alberts et al., 2002).

Difusi terbagi dua yaitu, Difusi sederhana dan Difusi terfasilitasi (Lihat Gambar 2.1)



Gambar 2. 1 Difusi Sederhana dan Difusi Terbantu

Sumber: Campbell et al (2008)

a) Difusi sederhana

Difusi sederhana adalah proses perpindahan molekul atau ion dari daerah dengan konsentrasi tinggi ke daerah dengan konsentrasi rendah tanpa memerlukan energi (ATP) dan tanpa bantuan protein pembawa di membran sel. (Lihat Gambar 2.1 sebelah kiri)

b) Difusi terfasilitasi atau Difusi terbantu

Pada Gambar 2.1 Sebelah kanan terdapat dua jenis difusi yang termasuk ke dalam difusi terfasilitasi. Difusi terfasilitasi adalah difusi yang memerlukan bantuan protein spesifik dalam bentuk kanal protein (Gambar 2.1 paling tengah) dan protein pembawa (Gambar 2.1 Paling kanan). Sebagai contoh, bakteri *Escherichia coli* akan menurun

metabolismenya jika dipindahkan kedalam medium laktosa. Hal ini dikarenakan laktosa tidak dapat melalui membran sel. Akan tetapi, beberapa saat kemudian, laktosa dapat melewati membran sel dengan bantuan enzim permease (Alberts et al., 2002). Mekanisme difusi terbantu adalah sebagai berikut:

(1) Difusi terbantu kanal protein

Difusi ini terjadi pada molekul molekul besar seperti asam amino dan glukosa, atau ion ion seperti K^+ , Na^+ , dan Cl^- . Molekul molekul tersebut dapat berdifusi dengan bantuan protein integral yang membentuk saluran protein. Salah satu contoh protein saluran adalah akuaporin (aquaporins), yaitu protein yang memungkinkan air melewati membran dengan sangat cepat (Campbell et al., 2008). Protein saluran dapat berada dalam keadaan terbuka terus menerus, atau memiliki gerbang (*gated*) yang mengatur kapan saluran terbuka dan tertutup. Pembukaan gerbang ini dapat dikendalikan oleh ikatan ion tertentu atau oleh zat atau mekanisme lain. Sebagai contoh, di ginjal, ion natrium (Na^+) dan klorida (Cl^-) dapat melewati saluran yang selalu terbuka di beberapa bagian tubulus ginjal, sedangkan di bagian lain salurannya memiliki gerbang yang hanya terbuka pada kondisi tertentu. Pada sel saraf dan otot, terdapat saluran bergated untuk ion natrium (Na^+), kalium (K^+), dan kalsium (Ca^{2+}). Proses buka tutup saluran ini mengubah perbandingan konsentrasi ion di kedua sisi membran, sehingga memungkinkan terjadinya transmisi impuls listrik (pada sel saraf) atau kontraksi pada sel otot (Bean, 2007).

(2) Difusi terbantu oleh protein pembawa

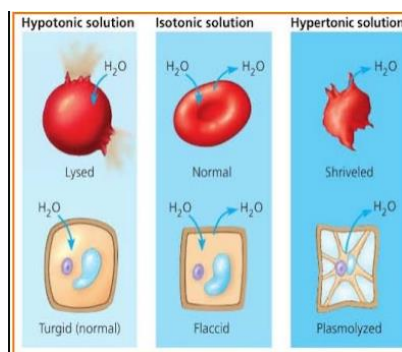
Protein pembawa (*carrier protein*) adalah jenis protein yang terdapat di membran sel dan berfungsi membantu perpindahan zat dari luar ke dalam sel atau sebaliknya. Cara kerjanya adalah dengan mengikat zat tertentu, lalu mengubah bentuknya agar zat tersebut bisa melewati membran. Setelah zat berpindah, bentuk protein akan kembali seperti semula. Setiap protein pembawa hanya bisa memindahkan satu jenis zat tertentu, misalnya hanya glukosa atau hanya asam amino, sehingga membran sel menjadi selektif terhadap zat yang masuk dan keluar (Alberts et al., 2002) .

Contohnya Saat ginjal menyaring darah, glukosa dan zat penting lain seperti air dan garam ikut tersaring. Protein pembawa kemudian berperan untuk menyerap kembali glukosa agar tidak terbuang. Tetapi jika kadar glukosa terlalu tinggi, seperti pada penderita diabetes, sebagian glukosa tidak bisa diserap karena protein pembawa sudah

jenuh. Akibatnya, glukosa keluar bersama urine inilah yang disebut glukosa dalam urine (Wright et al., 2011)

2) Osmosis

Osmosis adalah perpindahan molekul air dari larutan hipotonis (konsentrasi air tinggi, konsentrasi zat terlarut rendah) ke larutan hipertonis (konsentrasi air rendah, konsentrasi zat terlarut tinggi). Contohnya Proses penyerapan air dari tanah masuk ke akar, proses pengupana yang terjadi didaun, proses keluar RNA keringat dan terbentuknya urine. Ada empat macam keadaan sel akibat peristiwa osmosis, yaitu plasmolisis, turgid, krenasi, dan lisis (Guyton & Hall, 2025)



Gambar 2. 2 Peristiwa Osmosis pada Sel Hewan dan Tumbuhan

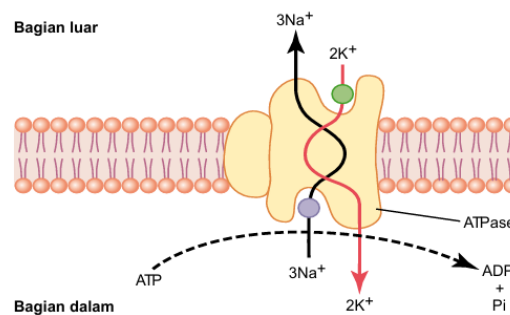
Sumber: Campbell et al (2008)

Gambar 2.2 menjelaskan tentang osmosis pada tumbuhan dan hewan. Pada hewan hanya mengalami dua jenis osmosis yaitu lisis dan krenasi. Sedangkan pada tumbuhan terjadi trurgid dan plasmolisis. Plasmolisis adalah lepasnya membran sel dari dinding sel tumbuhan karena sel berada di lingkungan yang hipertonis. Air di dalam sel akan keluar, sehingga sel kekurangan air. Turgid adalah keadaan sel tumbuhan yang mengembang karena sel berada di lingkungan yang hipotonis. Air dari luar sel akan masuk ke dalam sel, sehingga sel penuh dengan air. Hal ini akan mendorong membran sel melekat ke dinding sel. Krenasi adalah mengerutnya sel karena sel berada di lingkungan yang hipertonis, sehingga sel kehilangan air. Krenasi terjadi pada sel yang tidak memiliki dinding sel, seperti sel hewan. Dan Lisis adalah pecahnya sel karena sel berada di lingkungan yang hipotonis. Peristiwa ini terjadi pada sel yang tidak memiliki dinding sel. Ketika banyak air dari luar masuk ke dalam sel, sel akan mengembang dan akhirnya pecah (Alberts et al., 2002).

b. Transpor Aktif

Transpor aktif adalah transpor yang memerlukan energi. Energi yang digunakan di dalam sel adalah ATP (*adenosin trifosfat*), yaitu energi kimia tinggi yang berasal dari hasil respirasi sel. Pada transpor aktif, terjadi pemompaan melewati membran yang melawan gradien konsentrasi. Transpor aktif berfungsi memelihara keseimbangan di dalam sel. Contohnya, proses penyerapan glukosa di dalam usus manusia. Transpor aktif dapat berupa pompa ion natrium kalium, kotranspor, dan endositosis eksositosis (Guyton & Hall, 2025).

1) Pompa ion natrium kalium



Gambar 2. 3 Pompa ion natrium kalium

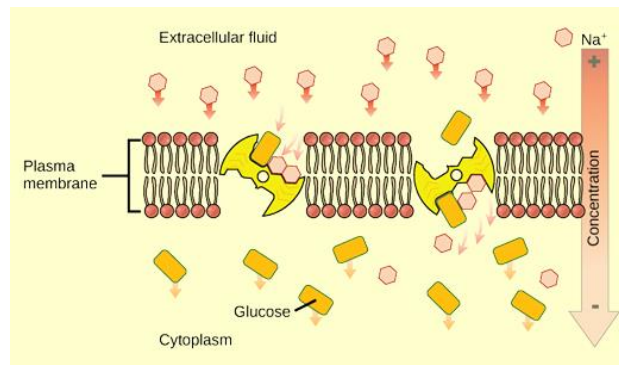
Sumber: Guyton & Hall (2025)

Gambar 2.3 Menjelaskan tentang transport aktif melalui pompa ion natrium kalium. Gerakan pemompaan ion K^+ ke dalam sel dan ion Na^+ ke luar sel. Konsentrasi ion Na^+ di dalam sel lebih rendah daripada di luar sel, sedangkan konsentrasi ion K^+ di dalam sel lebih tinggi daripada di luar sel. Memasukkan ion K^+ dan mengeluarkan ion Na^+ harus melawan gradien konsentrasi, sehingga dibutuhkan sejumlah ATP dan bantuan protein integral pada membran sel. Setiap pengeluaran 3 ion Na^+ akan diimbangi dengan pemasukan 2 ion K^+ (Alberts et al., 2002).

2) Kotranspor

Mekanisme transport aktif sekunder (*cotransport*) ion natrium (Na^+) yang bergerak menuruni gradien konsentrasinya dari luar ke dalam sel dimanfaatkan untuk membawa glukosa masuk ke dalam sel melawan gradien konsentrasinya. Perpindahan ini terjadi melalui protein pembawa (cotransporter) yang terdapat pada membran plasma. Karena konsentrasi Na^+ lebih tinggi di luar sel, ion Na^+ secara alami akan masuk ke dalam sitoplasma, dan pergerakan ini memberi energi bagi protein pembawa untuk ikut memindahkan molekul glukosa ke dalam sel (Campbell et al., 2008). Dengan demikian,

tanpa menggunakan langsung ATP, sel tetap dapat mengangkut glukosa secara efisien berkat energi yang tersimpan dalam gradien elektrokimia Na^+ yang dibentuk sebelumnya oleh pompa natrium kalium (Na^+/K^+ -ATPase) (Lihat Gambar 2.4) (Clark et al., 2012).

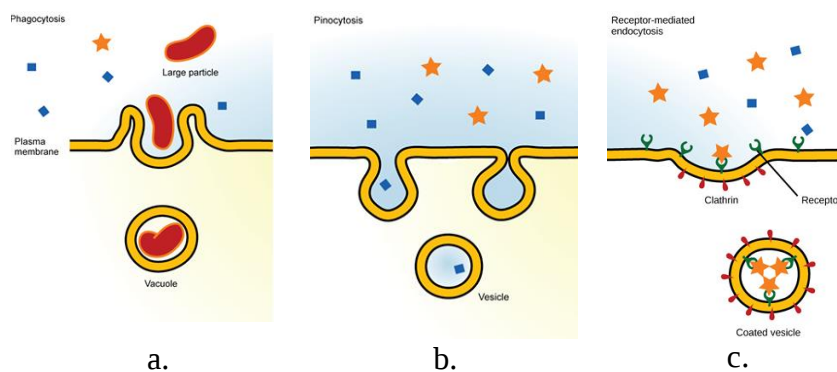


Gambar 2. 4 Kontraspor

Sumber: Villarreal (2012)

3) Endositosis eksositosis

a) Endositosis



Gambar 2. 5 Endositosis.

a).Fagositosis; b). Pinositosis; c). Endositosis diperantai reseptor

Sumber: Villarreal (2012)

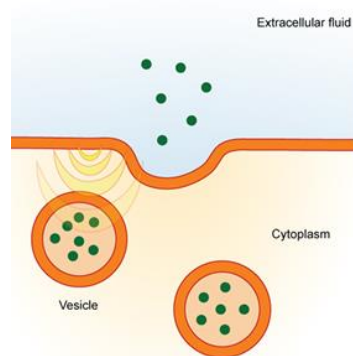
Endositosis adalah peristiwa pembentukan kantong membran sel saat larutan atau partikel ditransfer ke dalam sel. Ada tiga bentuk endositosis, yaitu pinositosis, fagositosis dan endositosis yang diperantai reseptor. Gambar a menjelaskan mengenai pinositosis, pinositosis adalah proses penyerapan zat cair oleh sel. Contohnya, sel epitel usus melakukan pinositosis untuk menelan nutrisi yang dihasilkan dari proses pencernaan makanan. Gambar b. Fagositosis adalah proses memakan atau memasukkan benda padat ke dalam sel. Sebagai contoh, sel darah putih memakan benda asing yang masuk ke dalam aliran darah. Contoh lainnya adalah Amoeba menangkap mangsanya dengan

pseudopodium (kaki semu), kemudian mengurungnya dalam fagosom (vakuola). Gambar c. merupakan proses endositosis yang diperantarai reseptor (*receptor mediated endocytosis*), seperti halnya pada fagositosis, protein klatrin (*clathrin*) menempel pada sisi sitoplasmik dari membran plasma (Clark et al., 2012).

Jika pengambilan (*uptake*) suatu senyawa bergantung pada endositosis yang diperantarai reseptor dan proses ini tidak berjalan dengan baik, maka zat tersebut tidak akan dikeluarkan dari cairan jaringan atau darah. Sebaliknya, zat itu akan tetap berada di dalam cairan tersebut dan meningkat konsentrasinya. Beberapa penyakit manusia disebabkan oleh kegagalan endositosis yang diperantarai reseptor. Sebagai contoh, bentuk kolesterol yang disebut *Low Density Lipoprotein* (LDL) atau yang dikenal sebagai kolesterol jahat, diambil dari darah melalui mekanisme endositosis yang diperantarai reseptor (Pathak et al., 2023).

b) Eksositosis

Pada gambar 2.6 menjelaskan tetaang proses eksositosis bagian dari transport aktif pada membrane. Eksositosis adalah proses pengeluaran zat dari dalam sel ke luar sel. Pada eksositosis, sekret terbungkus dalam kantong membran yang selanjutnya melebar dan pecah. Eksositosis terjadi pada beberapa sel kelenjar atau sel sekresi.(Clark et al., 2012)



Gambar 2. 6 Eksositosis

Sumber: Villarreal (2012)

2.1.6.2 Penerapan Bioproses dalam Sel

a. Proses Pemberian Cairan Infus

Pemberian cairan infus merupakan salah satu penerapan prinsip osmosis dalam kehidupan nyata. Melalui proses ini, cairan dimasukkan ke dalam tubuh melalui pembuluh darah untuk menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh. Prinsip dasar

infus didasari oleh mekanisme difusi air melalui membran semipermeabel dari larutan berkonsentrasi rendah ke larutan berkonsentrasi tinggi hingga tercapai keseimbangan. Mekanisme ini memungkinkan air berpindah menyesuaikan tekanan osmotik di dalam dan di luar sel, sehingga homeostasis cairan tubuh tetap terjaga (Sakai, 2025). Lihat gambar 2.7



Gambar 2. 7 Osmosis pada Cairan Infus

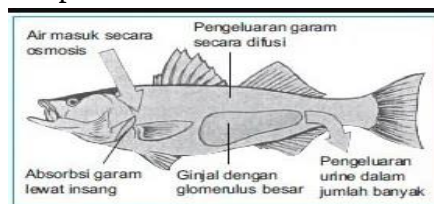
Sumber: Saputra (2021)

Menurut Campbell et al (2010), osmosis peristiwa perpindahan air melalui membran semipermeabel dari daerah dengan konsentrasi zat terlarut rendah menuju daerah dengan konsentrasi zat terlarut tinggi. Membran sel memiliki sifat selektif permeabel, yang berarti hanya molekul tertentu, terutama air, yang dapat melewatinya. Molekul air dapat bergerak melalui saluran protein khusus yang disebut aquaporin. Campbell juga menjelaskan bahwa dalam larutan hipotonik, air akan masuk ke dalam sel sehingga menyebabkan sel membengkak, sedangkan dalam larutan hipertonik, air keluar dari sel sehingga sel menyusut. Proses ini menggambarkan dasar biologis bagaimana cairan infus dapat memengaruhi kondisi sel tubuh manusia.

Dalam konteks medis, pemilihan jenis cairan infus sangat bergantung pada tekanan osmotik tubuh pasien. Larutan infus isotonik, seperti NaCl 0,9% (Normal Saline) dan Ringer Laktat, memiliki tekanan osmotik yang sama dengan cairan tubuh, sehingga tidak menyebabkan perubahan volume sel. Larutan hipotonik, seperti Dextrose 5% (D5W), dapat menyebabkan air masuk ke dalam sel setelah glukosa dimetabolisme, sehingga sel membengkak. Sebaliknya, larutan hipertonik seperti NaCl 3% akan menarik air keluar dari sel dan menyebabkan sel menyusut. Oleh karena itu, kesesuaian antara jenis cairan infus dan kondisi fisiologis pasien menjadi sangat penting untuk mencegah gangguan keseimbangan cairan tubuh (Silva & Marcos, 2025).

Guyton & Hall (2025) menegaskan bahwa keseimbangan osmotik antar kompartemen cairan tubuh baik intraseluler maupun ekstraseluler berperan penting dalam mempertahankan fungsi fisiologis normal. Jika jenis cairan infus yang diberikan tidak sesuai, tekanan osmotik cairan tubuh dapat terganggu, menimbulkan kondisi seperti edema (penumpukan cairan pada jaringan) atau dehidrasi seluler. Ketika larutan hipotonik diberikan secara berlebihan, air dapat masuk ke dalam sel, termasuk sel otak, yang berpotensi menyebabkan edema serebral. Sebaliknya, pemberian cairan hipertonik yang berlebihan dapat menarik air keluar dari sel, menyebabkan sel mengalami penyusutan dan gangguan fungsi.

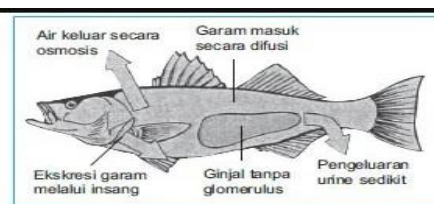
b. Adaptasi ikan laut dan ikan tawar



Sumber: *Biology, Solomon*

Gambar 8.16

Mekanisme ekskresi ikan air tawar



Sumber: *Biology, Solomon*

Gambar 8.17

Mekanisme ekskresi ikan air Laut

Gambar 2. 8 Perbandingan Ikan Laut dan Ikan Tawar

Sumber: Solomon et al (2019)

Dalam mekanisme osmoregulasi ikan, prinsip transport membran seperti osmosis, difusi, dan transpor aktif berperan krusial dalam mempertahankan homeostasis cairan serta ion di dalam tubuh, meskipun berada pada lingkungan dengan salinitas yang berbeda. Pada ikan air tawar, tekanan osmotik internal tubuh lebih tinggi dibandingkan dengan lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, air secara pasif masuk ke dalam tubuh melalui proses osmosis, yaitu melalui permukaan insang dan kulit. Sementara itu, sebagian ion garam cenderung berdifusi keluar dari tubuh menuju lingkungan yang memiliki konsentrasi lebih rendah. Untuk mengompensasi kehilangan tersebut, ikan menyerap ion secara aktif melalui insang. Dalam upaya mengatasi akumulasi air yang masuk, ginjal ikan air tawar memiliki glomerulus yang besar sehingga mampu menghasilkan urin dalam jumlah banyak dan sangat encer; strategi ini penting untuk membuang kelebihan air tanpa kehilangan terlalu banyak ion esensial (Evans et al., 2005).

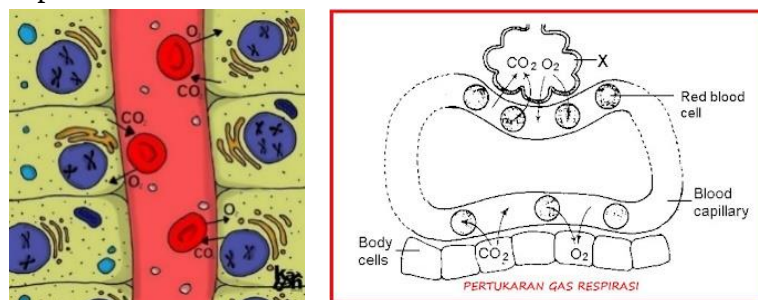
Sebaliknya, ikan yang hidup di laut menghadapi tekanan osmotik lingkungan yang lebih tinggi (hipertonik), sehingga air di dalam tubuh cenderung keluar menuju

lingkungan laut melalui proses osmosis. Garam dari air laut juga berpotensi berdifusi ke dalam tubuh, sehingga ikan perlu mengeluarkan ion-ion berlebih secara aktif melalui insang agar tidak mengalami toksisitas ion. Dalam kondisi ini, ginjal ikan laut berkembang sedemikian rupa hingga tidak memiliki, atau hanya memiliki sedikit, glomerulus, sehingga hanya memproduksi urin dalam jumlah sedikit dan lebih pekat. Strategi ini efektif untuk mempertahankan volume air tubuh sekaligus menghemat air (Takvam et al., 2021).

c. Keriput pada jari saat berenang

Peristiwa keriput pada jari saat berenang merupakan salah satu contoh penerapan prinsip transportasi membran secara pasif melalui mekanisme osmosis. Osmosis adalah proses perpindahan molekul air melalui membran semipermeabel dari daerah berkonsentrasi rendah (hipotonik) menuju daerah berkonsentrasi tinggi (hipertonik) hingga tercapai keseimbangan konsentrasi. Ketika seseorang berenang atau berendam dalam air tawar, kondisi lingkungan di sekitar kulit jari bersifat hipotonik dibandingkan dengan cairan di dalam sel kulit. Akibatnya, air dari luar masuk ke dalam sel kulit bagian luar (epidermis) melalui proses osmosis, sehingga sel tersebut menyerap air dan mengalami pembengkakan (Martimiano et al., 2025). Namun, lapisan kulit di bawahnya tidak ikut mengembang, menyebabkan adanya tarikan tidak merata yang membuat permukaan kulit tampak berkeriput. Proses ini terjadi tanpa memerlukan energi (ATP), sehingga termasuk dalam kategori transportasi pasif. Fenomena ini menggambarkan bagaimana prinsip dasar osmosis berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan dan menunjukkan keterkaitan antara struktur membran sel dengan fungsi fisiologisnya pada organisme hidup (Kareklas et al., 2013)

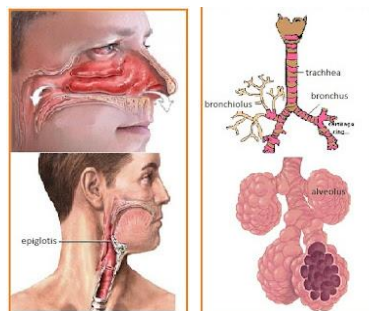
d. Difusi Respirasi Gas



Gambar 2. 9 Difusi Gas melalui Membran Respirasi

Sumber: Clark *et al* (2012)

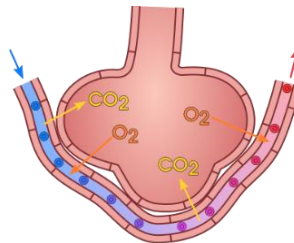
Perbedaan konsentrasi yang ada pada dua larutan disebut gradien konsentrasi. Difusi akan terus terjadi hingga seluruh partikel tersebar luas secara merata atau mencapai keadaan kesetimbangan dimana perpindahan molekul tetap terjadi walaupun tidak ada perbedaan konsentrasi (Clark et al., 2012). Contoh yang sederhana adalah peristiwa respirasi adanya gas yang mengalir dari udara ke paru paru , ke alveolus dan berpidah lagi ke pembuluh darah dan berakhir ke sel. Unit alat pernafasan terdiri dari Trachea , Bronchus , Bronkhiolus, yang semua organ pernafasan itu berupa saluran. (Lihat gambar 10).



Gambar 2. 10 Unit Alat Pernafasan

Sumber: Clark et al (2012)

Saluran dari trachea hingga bronchiolus itu secara pasti membuat gas gas pernafasan akan berjalan menerus berdifusi karena perbedaan tekanan tidak mungkin berhenti ditempat. Gas gas pernafasan yang masuk dan keluar , atrium dan alveoli sekitar 300 juta pada kedua paru paru, masing masing mempunyai alveolus diameter sekitar 0,25 mm (Zhang et al., 2024). Dinding alveoli sangat tipis, dan di antara banyak dinding itu terdapat berbagai kapiler yang cukup kuat. Aliran darah pada dinding kapiler merupakan suatu *sheet* dari peredaran darah.



Gambar 2. 11 Pertukaran O₂ dan CO₂ (Alveolus)

Sumber: Clark et al (2012)

1) Kapasitas Difusi Membran Respirasi

Kemampuan seluruh membran respirasi dalam melakukan pertukaran gas antara alveolus dengan darah pulmonalis dikenal dengan istilah kapasitas difusi. Kapasitas

difusi didefinisikan sebagai volume gas yang dapat berdifusi melalui membran respirasi setiap menit untuk setiap perbedaan tekanan 1 mmHg. Pada laki laki muda dewasa dalam kondisi istirahat, kapasitas difusi oksigen (O_2) rata rata adalah sekitar 21 ml per menit per mmHg. Dalam keadaan normal saat bernapas tenang (tidal respiration), perbedaan tekanan parsial O_2 yang melintasi membran respirasi berkisar 11 mmHg. Kondisi ini menghasilkan sekitar 230 ml O_2 yang berdifusi dari alveolus ke dalam darah setiap menit. Jumlah ini sebanding dengan kebutuhan normal tubuh dalam menggunakan oksigen di tingkat sel. Dengan demikian, kapasitas difusi respirasi dirancang agar sesuai dengan konsumsi oksigen tubuh dalam keadaan istirahat (K. Zhang et al., 2024a).

2) Faktor yang Mempengaruhi Difusi Gas

Prinsip dan formula terjadinya difusi gas melalui membran respirasi sama dengan difusi gas melalui air dan berbagai jaringan. Jadi, menurut faktor yang menentukan betapa cepat suatu gas melalui membran tersebut yaitu, 1) ketebalan membran. 2) luas permukaan membran. 3) koefisien difusi gas dalam substansi membran. 4) perbedaan tekanan antara kedua sisi membran (Johnson et al., 2025). Kecepatan difusi gas melalui membran respirasi tidak selalu sebanding dengan ketebalan membran. Peningkatan ketebalan lebih dari dua hingga tiga kali lipat dari kondisi normal dapat mengganggu pertukaran gas secara nyata. Selain itu, luas permukaan membran juga memegang peranan penting.

Pada olahragawan, luas permukaan alveolus yang optimal akan menunjang prestasi latihan maupun pertandingan. Sebaliknya, berkurangnya luas permukaan paru paru, misalnya akibat kekakuan alveolus pada penderita tuberkulosis, dapat menurunkan efisiensi pertukaran gas (Panza et al., 2024). Karbon dioksida (CO_2) berdifusi sekitar 20 kali lebih cepat dibandingkan oksigen (O_2), sedangkan oksigen memiliki kecepatan difusi dua kali lebih besar dibandingkan nitrogen (N_2). Selain itu, perbedaan tekanan parsial gas di kedua sisi membran menjadi faktor utama yang menggerakkan difusi. Sebagai contoh, tekanan parsial oksigen (PO_2) di udara adalah 160 mmHg, sedangkan di alveolus hanya sekitar 105 mmHg, sehingga oksigen mengalir dari udara ke alveolus lalu masuk ke dalam darah. Sebaliknya, tekanan parsial CO_2 dalam darah lebih tinggi dibandingkan di alveolus, sehingga CO_2 berdifusi dari darah ke alveolus untuk kemudian dikeluarkan melalui pernapasan (Zhang et al., 2024).

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Berdasarkan kebaharuan beberapa penelitian dan teori lain yang terkait untuk dijadikan sebagai acuan dalam penulisan skripsi untuk dikembangkan kembali sebagai pembaharuan dalam penelitian yang dilakukan penulis dengan penulis terdahulu.

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang relevan diantaranya,

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Supartinah et al (2025) menunjukkan bahwa penggunaan media Edpuzzle mampu meningkatkan keterampilan pemahaman membaca peserta didik sekolah dasar secara signifikan. Pada tahap pra siklus, rata rata skor pemahaman literasi peserta didik hanya mencapai 44,82 dengan tingkat ketuntasan klasikal sebesar 18,51%. Setelah dilakukan tindakan pada siklus I, terjadi peningkatan rata rata skor menjadi 68,14 dengan ketuntasan klasikal naik menjadi 55,6%. Pada siklus II, perbaikan strategi dan optimalisasi penggunaan Edpuzzle memberikan hasil yang lebih baik, dengan rata rata skor pemahaman membaca meningkat menjadi 82,41 dan ketuntasan klasikal mencapai 92,59%. Implementasi pembelajaran pun mengalami peningkatan hingga 80% dengan kategori baik.

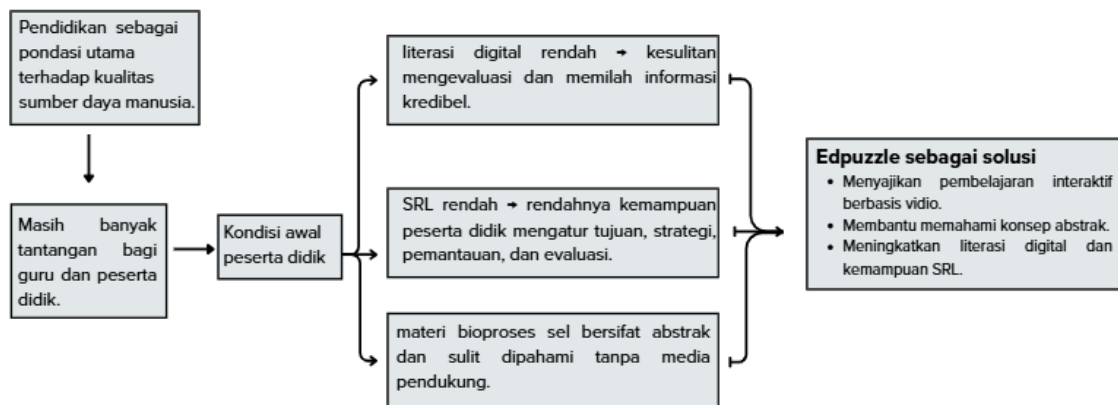
Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Indriyawati et al (2024) bahwa pada hasil penelitian memperlihatkan bahwa 34,8% siswa setuju dan 52,2% netral terhadap peningkatan kemandirian belajar, 54,2% setuju serta 20,8% sangat setuju bahwa materi mudah dipahami melalui Edpuzzle, dan 56,5% setuju serta 13% sangat setuju terhadap efektivitas Edpuzzle dalam pembelajaran. Secara keseluruhan, terjadi peningkatan kemandirian, antusiasme, dan hasil belajar siswa dari siklus I ke siklus II, menunjukkan bahwa penggunaan Edpuzzle efektif mendukung pembelajaran mandiri dan interaktif dalam mata pelajaran.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang relevan, peneliti melakukan penelitian yang berbeda dengan penelitian terdahulu. Peneliti menggunakan media Edpuzzle sebagai variable bebas, kemudian peneliti menggunakan Literasi Digital dan SRL sebagai variabel terikat. Selain itu, penelitian terdahulu tentang penggunaan media Edpuzzle terhadap pemahaman membaca, hasil belajar dan peningkatan kemandirian belajar peserta didik. Sedangkan penelitian ini berfokus pada literasi digital dan SRL secara simultan pada materi bioproses sel dalam pelaksanaannya. Sehingga peserta didik dapat memahami konsep biologi yang bersifat fundamental melalui pendekatan pembelajaran interaktif.

2.3 Kerangka Konseptual

Pendidikan menjadi pondasi yang utama untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Di Indonesia tantangan dalam proses pembelajaran menjadi salah satu masalah yang dihadapi oleh peserta didik maupun seluruh tenaga pendidik. Tenaga pendidik atau guru memiliki peran yang penting dalam meningkatkan kualitas proses pembelajaran. Kualitas proses pembelajaran ini bisa dinilai dari perubahan tingkah laku peserta didik.

Adapun untuk kerag berfikir, bisa dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Ha₁: Ada pengaruh penggunaan media Edpuzzle terhadap literasi digital pada materi bioproses sel di kelas XI MIPA SMAN 1 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2025/2026.

Ha₂: Ada pengaruh penggunaan media Edpuzzle terhadap SRL pada materi bioproses sel di kelas XI MIPA SMAN 1 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2025/2026.