

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem *buffer* dalam darah merupakan salah satu mekanisme penting yang senantiasa bekerja untuk menjaga kestabilan pH tubuh manusia, meskipun darah harus membawa karbon dioksida (CO_2) dalam jumlah besar dari jaringan ke paru-paru setiap harinya. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu *buffer* bikarbonat, protein (terutama hemoglobin dan albumin), serta fosfat, yang bekerja secara sinergis untuk menetralkan kelebihan asam atau basa (Bellelli, 2025). Rentang pH darah normal pada manusia adalah antara 7,35 hingga 7,45, dengan nilai rata-rata sekitar 7,4. Rentang ini sangat sempit dan dijaga ketat oleh tubuh karena sedikit perubahan saja dapat berdampak serius pada fungsi organ dan metabolisme (Zhang, 2020). Jika tubuh mengalami gangguan metabolik atau respiratorik, sistem *buffer* dapat terganggu dan tidak mampu menetralkan kelebihan asam atau basa secara efektif.

Dampak dari ketidakseimbangan ini dapat menjalar ke berbagai sistem tubuh. Contohnya, akumulasi ion H^+ berlebih dapat menurunkan fungsi pernapasan, memengaruhi kerja jantung, bahkan menimbulkan gangguan kesadaran (Hall, 2016). Pada kondisi ekstrem, gangguan ini dapat menyebabkan kematian jika tidak segera ditangani. Oleh karena itu, penting bagi peserta didik memahami bagaimana sistem *buffer* bekerja dalam tubuh manusia. Literasi kimia dalam konteks ini dibutuhkan agar peserta didik mampu menganalisis risiko gangguan pH darah dan pentingnya menjaga keseimbangan kimia tubuh sebagai bagian dari pemahaman ilmiah yang aplikatif dalam kehidupan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa gangguan pada sistem *buffer* dapat memberikan efek toksik terhadap fungsi fisiologis tubuh, antara lain gangguan enzimatis, ketidakseimbangan elektrolit, dan terganggunya aktivitas sistem saraf pusat. Akumulasi ion hidrogen (H^+) dalam kasus asidosis, misalnya, dapat menimbulkan stres oksidatif, memengaruhi

stabilitas struktur protein, serta mengganggu aktivitas sel-sel vital dalam tubuh (Hall, 2016).

Peserta didik di Indonesia masih tertinggal dari peserta didik di negara lain dalam hal literasi sains. Hal ini dibuktikan oleh data dari *Programme for International Student Assessment* (PISA) yang diambil dari laporan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (2023). Perubahan skor literasi sains dari PISA 2018 ke PISA 2022 menunjukkan bahwa skor literasi sains peserta didik di Indonesia turun 13 poin lebih rendah skor rata-rata literasi sains internasional yang turun 12 poin. Sebanyak 52% negara peserta PISA 2022 mengalami penurunan skor pada literasi sains dibandingkan PISA 2018. Rendahnya literasi kimia peserta didik dalam konteks kehidupan nyata, khususnya terkait isu kesehatan seperti sistem *buffer* dalam darah, menjadi masalah serius karena dapat menghambat pemahaman peserta didik terhadap pentingnya peran kimia dalam menjaga kesehatan tubuh. Penelitian menunjukkan bahwa kemampuan literasi kimia peserta didik masih rendah, sehingga mereka kesulitan mengaitkan konsep kimia, seperti *buffer* sehingga menyulitkan penerapan dalam konteks nyata seperti darah (Sariati dkk., 2020). Untuk mengatasi hal ini, pengembangan instrumen literasi kimia yang valid dan reliabel pada topik *buffer* sangat penting agar peserta didik mampu memahami, mengomunikasikan, dan menerapkan konsep kimia dalam kehidupan nyata (Yusmaita dkk., 2021).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa di Indonesia, literasi kimia peserta didik masih rendah. Faktor utalanya adalah pendekatan pembelajaran yang cenderung hafalan dan kurang mengaitkan konsep dengan konteks kehidupan nyata (Yatim, 2024). Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan pendekatan pembelajaran yang inovatif, seperti pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis masalah, atau penggunaan media interaktif dan *game* edukasi yang mampu menghadirkan situasi nyata ke dalam kelas. Dengan meningkatkan literasi kimia, peserta didik tidak hanya memahami kimia sebagai mata pelajaran sekolah, tetapi juga sebagai ilmu yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Sulistina & Hasanah, 2024).

Dalam hal ini, literasi kimia sangat penting. Literasi kimia menekankan pada pentingnya memahami ide-ide ilmiah dan menggunakannya untuk mengatasi masalah-masalah yang berhubungan dengan ilmu kimia dalam kehidupan sehari-hari (Ruslan & Agus, 2024). Pada abad ke-21, peserta didik harus memiliki kompetensi yang lebih dari sekedar keterampilan dasar. Keterampilan abad ke-21 mencakup berbagai keterampilan yang lebih luas untuk belajar, berkomunikasi, berkolaborasi, dan memecahkan masalah dalam lingkungan digital, yang memerlukan peralihan dari keterampilan dasar ke kompetensi abad ke-21 (González dkk., 2020).

Perlu ada upaya untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam literasi sains, yaitu dengan menggunakan alat pembelajaran sains. Bahan ajar berbasis literasi sains merupakan salah satu cara untuk meningkatkan literasi kimia peserta didik. Bahan ajar berbasis literasi sains berpotensi dapat meningkatkan literasi kimia peserta didik secara signifikan (Jannah, 2024). Oleh karena itu, rendahnya pemahaman konsep kimia berkontribusi langsung terhadap lemahnya kemampuan literasi kimia peserta didik, yang pada akhirnya menghambat mereka dalam berpikir ilmiah dan mengambil keputusan berbasis pengetahuan (Sulistina & Hasanah, 2024). Untuk mengatasi hal ini, dibutuhkan inovasi pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif, mengaitkan materi dengan konteks nyata, serta menggunakan media yang mampu merepresentasikan konsep abstrak secara visual dan interaktif (Utami dkk., 2023). Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penggunaan *game* edukasi. *Game* edukasi dapat menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan menjanjikan, sehingga peserta didik lebih termotivasi untuk belajar. Penelitian menunjukkan bahwa *game* edukasi dapat meningkatkan motivasi, daya tarik untuk belajar, dan hasil belajar yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan metode tradisional (Liu dkk., 2020).

Teknologi telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan, sehingga memengaruhi hampir semua aspek proses belajar mengajar. Teknologi digital memudahkan akses ke sumber belajar yang beragam, memungkinkan pembelajaran yang lebih personal, kolaboratif, dan fleksibel, serta meningkatkan

minat dan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar (Haleem dkk., 2022). *Game* edukasi merupakan salah satu inovasi pembelajaran yang efektif untuk membantu meningkatkan literasi kimia peserta didik di era digital saat ini (Sari dkk., 2019). Literasi kimia tidak hanya mencakup pemahaman terhadap konsep-konsep kimia, tetapi juga kemampuan mengaitkan konsep tersebut dalam konteks kehidupan nyata, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan berbasis sains (Cahyo dkk., 2023).

Dengan karakteristiknya yang interaktif dan menyenangkan, *game* edukasi mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna dibandingkan dengan metode konvensional (Liu dkk., 2020). Rasa senang dan bahagia juga dapat memberikan motivasi yang memiliki potensi besar untuk digunakan dalam pembelajaran (Pratama dkk., 2019). *Game* edukasi yang menyenangkan dan interaktif dapat membantu peserta didik mempelajari kimia dengan lebih baik. Dalam sebuah penelitian, penggunaan *game edukasi* berbasis android dapat membantu peserta didik mempelajari kimia dengan lebih baik (Rajab 2018). *Game* dapat secara signifikan meningkatkan semangat belajar peserta didik. Setelah mengenal *game*, peserta didik akan lebih termotivasi untuk menyelesaikan *game* tersebut (Lutfi dkk., 2021).

Penelitian menunjukkan bahwa penerapan *game* edukasi berbasis sains dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mendorong penguatan aspek literasi kimia seperti pemahaman konten, penerapan dalam konteks nyata, serta pengembangan sikap ilmiah yang positif (Sulistina & Hasanah, 2024). *Game* juga dapat disesuaikan dengan level kognitif tertentu untuk mengasah kreativitas, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan dalam pembelajaran kimia berdasarkan prinsip-prinsip kimia (Stojanovska, 2021). Penggunaan media pembelajaran yang tepat dan instrumen penilaian yang tepat dapat membantu meningkatkan literasi kimia peserta didik setelah bermain *game*. Penilaian literasi kimia peserta didik dapat dilakukan menggunakan literasi kimia dan PISA (Haetami dkk., 2023). PISA merupakan kerangka kerja internasional yang disepakati untuk mengukur pemahaman peserta didik tentang konsep dan

keterampilan sains serta penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari. Kerangka ini terdiri dari tiga dimensi utama yaitu konteks, pengetahuan, dan kompetensi (Hewi & Shaleh, 2020).

Bitbloo *game* dirancang sebagai media edukasi yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang keseimbangan darah dan pentingnya metabolisme dalam tubuh manusia. *Game* ini berfokus pada fenomena yang terjadi di tubuh manusia. Pemain akan mengumpulkan koin dan kunci yang di dapat setelah pemain menjawab pertanyaan pada setiap level. Dalam *game* ini, pemain harus menyelesaikan empat misi yang berbeda-beda, adapun misinya yaitu alkalosis respiratorik, alkalosis metabolik, asidosis respiratorik, dan asidosis metabolik. *Game* ini menggunakan narasi yang menarik untuk menjelaskan konsep-konsep penting terkait kesehatan darah. Pesan utama yang disampaikan adalah pentingnya menjaga keseimbangan darah dan metabolisme. Bitbloo *game* berfokus pada konteks kesehatan, menggambarkan cerita yang relevan dengan masalah kesehatan darah, serta bagaimana cara menjaga keseimbangan tersebut.

Dengan menggunakan *platform* yang mudah diakses oleh peserta didik, *game* ini akan dengan mudah diakses dan digunakan peserta didik untuk membantu dan meningkatkan literasi kimia peserta didik. Dengan demikian, peneliti mengangkat judul “Pengembangan *Game* Edukasi Bitbloo *Game: Buffer In Blood* Berorientasi Literasi Kimia”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks yang telah diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana rancangan tampilan *game* edukasi Bitbloo *Game: Buffer In Blood* berorientasi literasi kimia?
2. Bagaimana hasil uji validasi *game* edukasi Bitbloo *Game: Buffer In Blood* berorientasi literasi kimia?
3. Bagaimana hasil uji kelayakan *game* edukasi Bitbloo *Game: Buffer In Blood* berorientasi literasi kimia?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dilakukannya penelitian ini diantaranya untuk :

1. Menganalisis rancangan tampilan *game* edukasi Bitbloo *Game: Buffer In Blood* berorientasi literasi kimia.
2. Mendeskripsikan hasil uji validasi *game* edukasi Bitbloo *Game: Buffer In Blood* berorientasi literasi kimia.
3. Menganalisis hasil uji kelayakan *game* edukasi Bitbloo *Game: Buffer In Blood* berorientasi literasi kimia.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

Diharapkan penelitian ini tidak hanya akan memperkaya dan mempermudah pendidikan, tetapi juga akan berguna sebagai sumber media pembelajaran berbasis *game* yang unik dan menarik bagi peserta didik.

2. Manfaat Praktis

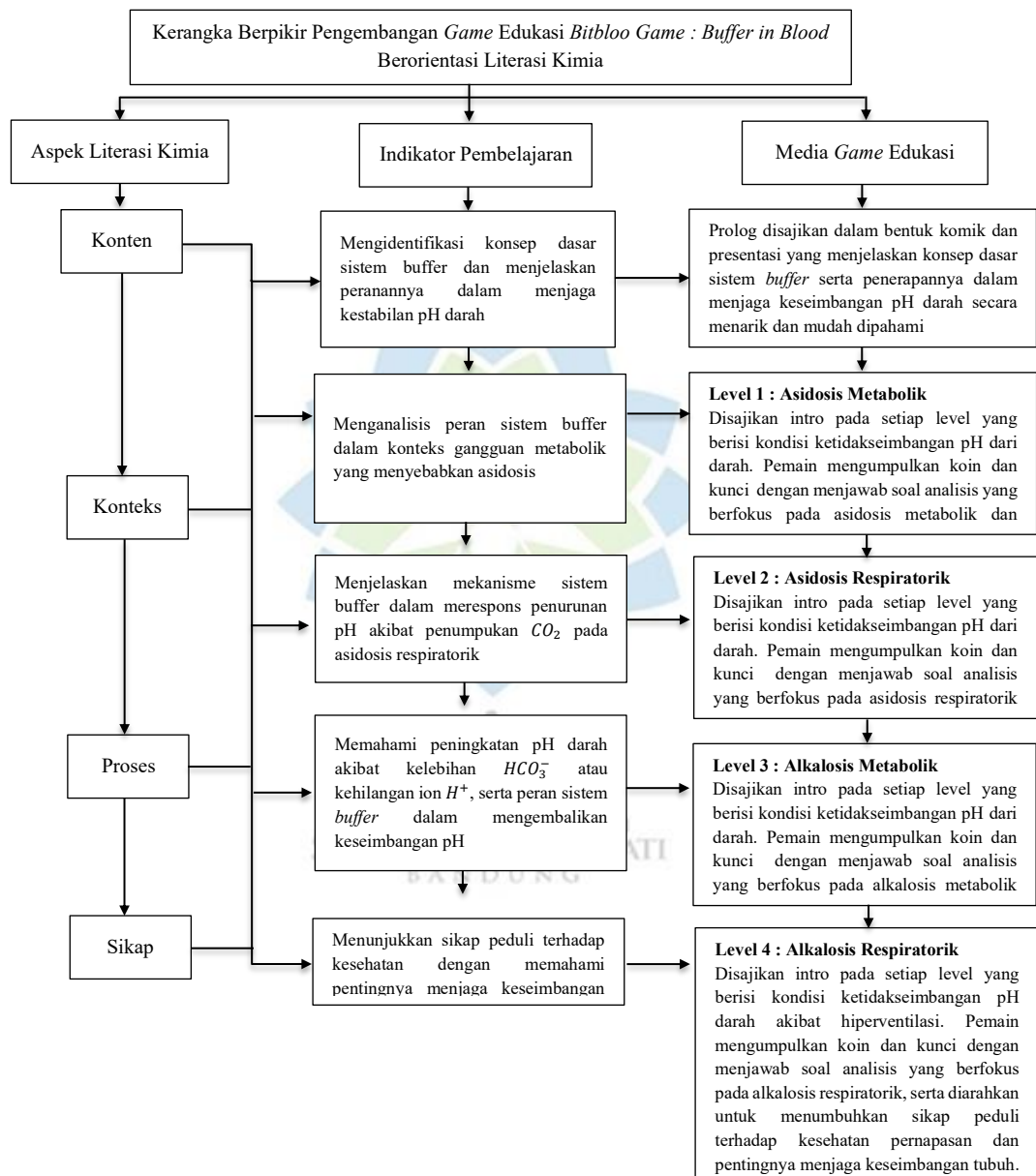
- a. Bagi Peneliti, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperluas wawasan dan memperkaya pengalaman terkait perancangan, pengembangan, serta implementasi *game* edukasi dalam konteks dunia pendidikan.
- b. Bagi Guru Kimia, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai media pembelajaran berbasis literasi kimia yang menarik dan inovatif, guna mendukung efektivitas proses pembelajaran di kelas.
- c. Bagi Peserta Didik, penelitian ini diharapkan dapat membantu memahami konsep *buffer* dalam darah secara lebih menarik dan interaktif.

E. Kerangka Berpikir

Sistem *buffer*, seperti *buffer* bikarbonat dan *buffer* protein, berperan vital dalam menjaga pH darah tetap stabil pada kisaran normal, yaitu sekitar 7,35–7,45, agar fungsi fisiologis tubuh berjalan optimal (Gilbert, 2017). Namun, topik ini sering kali dianggap abstrak dan sulit dipahami peserta didik karena melibatkan konsep kimia yang kompleks seperti reaksi reversibel, ionisasi, dan kesetimbangan larutan. Kesulitan tersebut berdampak pada rendahnya kemampuan peserta didik karena minimnya aktivitas yang mendukung pengaitan antara konsep kimia dengan situasi kehidupan nyata (konteks), serta minimnya keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran aktif (proses sains) (Oktafiana dkk., 2024).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah melalui pengembangan *game* edukasi yang berorientasi pada literasi kimia. *Game* edukasi ini tidak hanya menyajikan materi dalam bentuk visual dan interaktif, tetapi juga dirancang berdasarkan empat aspek literasi kimia: konten (konsep *buffer*), konteks (kasus medis seperti asidosis atau alkalosis), proses sains (analisis grafik pH darah dan reaksi kimia), serta sikap (kepedulian terhadap kesehatan dan lingkungan) (Sjöström dkk., 2024). Melalui permainan, peserta didik dapat belajar sambil mengeksplorasi peran *buffer* dalam darah dalam bentuk simulasi atau tantangan medis, sehingga pembelajaran menjadi lebih

menyenangkan dan bermakna. Dengan demikian, *game* edukasi yang dirancang berbasis literasi kimia berpotensi meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus keterampilan berpikir kritis peserta didik (Pratama dkk., 2019). Adapun kerangka pemikiran dalam penelitian ini dirumuskan dalam bagan pada Gambar 1.1.



F. Hasil – Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian “*Chemical bonding successful learning using the chebo collect game: a case study*” oleh Luthfi dkk (2021) membahas bahwa *Chebo Collect Game* adalah media pembelajaran yang efektif untuk pembelajaran ikatan kimia di sekolah menengah atas di Jawa Timur. Dengan menggunakan *game* ini, proses pembelajaran menjadi lebih berpusat pada peserta didik, meningkatkan aktivitas belajar, dan menghasilkan perbedaan signifikan antara nilai awal dan akhir peserta didik. Menurut penelitian, *game* edukasi meningkatkan hasil belajar dibandingkan dengan pendekatan konvensional dalam hal pemahaman konsep dan pengembangan keterampilan analitis. *Game* edukasi juga dapat meningkatkan motivasi peserta didik, membuat peserta didik lebih antusias dan termotivasi untuk belajar (Luthfi dkk., 2021)

Game edukasi, seperti yang dikembangkan oleh Li dkk (2021) dalam penelitian mengenai “CHEMTrans : *Playing an Interactive Board Game of Chemical Reaction Aeroplane Chess*” menunjukkan bahwa *game* edukasi tidak hanya memperkuat pemahaman akademik peserta didik dalam kimia, tetapi juga meningkatkan aspek motivasi dan suasana belajar yang menyenangkan dan interaktif, yang berkontribusi pada efektivitas pembelajaran kimia di tingkat sekolah menengah. Secara keseluruhan, penggunaan *game* edukasi tidak hanya mendorong perkembangan kompetensi akademik, tetapi juga meningkatkan literasi kimia peserta didik dalam memahami konsep dasar serta kaitannya dengan kehidupan sehari-hari, sehingga mendukung pembelajaran kimia yang lebih menyenangkan, interaktif, dan aplikatif (Li dkk., 2022).

Selanjutnya, penelitian oleh Teo dkk (2025) mengenai “*Changing Attitudes toward Organic Chemistry via a Digital Multiplayer Game*” menunjukkan bahwa *game* edukasi meningkatkan pengalaman belajar peserta didik, selain itu timbal balik yang positif menunjukkan bahwa *game* ini menarik, interaktif, serta memperkuat pemahaman konsep kimia, menjadikannya lebih menyenangkan, dan tidak membosankan (Teo dkk., 2025).

Selain itu, Naba dkk (2022) mengembangkan *game* edukasi berbasis AR yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran materi senyawa hidrokarbon di tingkat sekolah menengah. Hasil uji coba lapangan menunjukkan bahwa penggunaan *game* edukasi berbasis AR tersebut tidak hanya berhasil meningkatkan minat belajar peserta didik, tetapi juga secara signifikan mengurangi rasa jenuh dan kebosanan selama proses pembelajaran berlangsung. Temuan ini diperoleh melalui analisis data kuesioner *Game Experience Questionnaire* (GEQ), yang memperlihatkan adanya peningkatan pada indikator keterlibatan, motivasi, dan pengalaman positif selama bermain. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa inovasi media pembelajaran berbasis AR memiliki potensi besar untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyenangkan sekaligus efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kimia, khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti senyawa hidrokarbon (Naba dkk., 2022).

Dalam studi yang dilakukan oleh Rahmawati dkk (2021) penerapan *game* kuis dengan format kerja kelompok digunakan sebagai strategi pembelajaran pada peserta didik. Hasil pengamatan selama proses pembelajaran menunjukkan bahwa tingkat keaktifan peserta didik berada pada kategori sangat tinggi, dengan persentase aktivitas mencapai 90%, sedangkan keikutsertaan dalam menjawab kuis tercatat sebesar 87%. Selain itu, pencapaian ketuntasan belajar juga tergolong baik, yakni sebesar 78,26% dari total peserta. Data tersebut mengindikasikan bahwa penerapan strategi *game-based learning* tidak hanya mampu meningkatkan partisipasi aktif peserta didik, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap hasil belajar mereka. Temuan ini sekaligus memperkuat argumentasi bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis *game* dapat menjadi salah satu pendekatan inovatif untuk membangun motivasi intrinsik, memfasilitasi interaksi antarpeserta, serta menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan namun tetap efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran (Rahmawati dkk., 2021).

Selanjutnya, pada studi “Analisis Minat Belajar Kimia Melalui Gamifikasi (*Team Games Tournament & Media Kartu Clup*)” oleh Sri (2023) dikaji penerapan strategi *gamifikasi* dalam pembelajaran kimia sebagai upaya untuk meningkatkan

motivasi dan keterlibatan peserta didik. Studi ini melibatkan 18 siswa sebagai responden, di mana hasil analisis menunjukkan bahwa 12 orang berada pada kategori *minat belajar tinggi* dan 6 orang berada pada kategori *minat belajar sedang*. Pengukuran minat belajar dilakukan melalui sejumlah indikator, antara lain perasaan senang (80,4%), tingkat perhatian (79,5%), serta ketertarikan terhadap pembelajaran (76,3%), yang seluruhnya tergolong dalam kategori tinggi. Data ini memperlihatkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis gamifikasi, khususnya melalui metode *Team Games Tournament* dan penggunaan media kartu *Clup*, mampu menciptakan suasana belajar yang lebih interaktif dan kompetitif, sehingga meningkatkan minat belajar peserta didik secara signifikan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa integrasi unsur permainan ke dalam pembelajaran kimia dapat menjadi strategi pedagogis yang efektif untuk mendorong partisipasi aktif sekaligus mempertahankan perhatian peserta didik pada materi yang diajarkan (Sri, 2023).

