

BAB 2

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1. Keterampilan Berpikir Kritis

2.1.1.1 Definisi Keterampilan Berpikir Kritis

Menurut Ennis (1991) berpikir kritis adalah proses pemikiran yang reflektif dan rasional, yang bertujuan untuk menentukan apa yang layak dipercaya atau tindakan apa yang sebaiknya diambil. Sedangkan menurut Jamaluddin et al., (2020) keterampilan berpikir kritis adalah suatu proses yang terstruktur yang melibatkan berbagai aktivitas mental, seperti menganalisis asumsi, mengajukan pertanyaan biologis, dan membuat keputusan.

Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir tingkat lanjut yang dapat meningkatkan kemampuan analisis kritis siswa (Susilawati et al., 2020). Menurut Wayudi et al., (2020) Berpikir kritis adalah proses intelektual yang melibatkan penemuan, analisis, dan evaluasi informasi yang diperoleh melalui pengamatan atau pengalaman, yang kemudian digunakan sebagai dasar untuk membuat keputusan atau tindakan. berpikir kritis adalah penerapan keterampilan dan strategi kognitif individu yang tidak hanya meningkatkan pencapaian tujuan pembelajaran, tetapi juga mendorong kemampuan analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah secara mendalam sehingga proses belajar menjadi lebih efektif dan bermakna (Manurung et al., 2023).

Berpikir kritis adalah serangkaian keterampilan kognitif yang memungkinkan individu untuk menggunakan penalaran rasional secara terarah guna mencapai tujuan. Kemampuan ini membantu seseorang mengevaluasi informasi, membuat keputusan yang tepat, dan memecahkan masalah dengan efektif (Triwulandari & U.S, 2022). Berpikir kritis merupakan proses evaluasi yang dilakukan secara mandiri, yang melibatkan interpretasi, analisis, penilaian, serta penggalian inti dan penyajian bukti. Proses ini juga mencakup pertimbangan terhadap aspek konseptual, metodologis, kriteria, maupun konteks yang menjadi dasar utama (Armansyah et al., 2022).

Berdasarkan pemaparan para ahli berpikir kritis menurut pendapat berbagai ahli dapat disimpulkan sebagai suatu proses pemikiran reflektif dan rasional yang melibatkan serangkaian keterampilan kognitif untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menginterpretasi informasi secara mandiri. Proses ini bertujuan untuk menentukan kebenaran, membuat keputusan yang tepat, serta memecahkan masalah secara efektif. Berpikir kritis juga mencakup aktivitas mental terstruktur seperti mengajukan pertanyaan, menganalisis asumsi, dan mempertimbangkan aspek konseptual, metodologis, kriteria, dan konteks sebagai dasar pengambilan keputusan. Selain itu, keterampilan ini berperan penting dalam meningkatkan kemampuan analisis dan evaluasi siswa sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan bermakna. Berpikir kritis merupakan fondasi penting dalam pengembangan kemampuan intelektual dan pengambilan keputusan yang tepat dalam berbagai situasi.

2.1.1.2 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Setiap individu memiliki tingkat keterampilan berpikir kritis yang berbeda, sehingga diperlukan indikator penilaian yang spesifik untuk mengukur kemampuan tersebut. Menurut Ennis (1991), indikator dalam berpikir kritis meliputi:

- 1) Memberikan penjelasan sederhana
- 2) Membangun keterampilan dasar
- 3) Membuat kesimpulan atau inferensi
- 4) Membuat penjelasan lebih lanjut
- 5) Mengatur strategi dan teknik

Setiap indikator tersebut selanjutnya diukur menggunakan instrumen tes berupa soal uraian yang dirancang berdasarkan konteks materi pembelajaran. Jawaban siswa dinilai menggunakan rubrik *skoring* dengan rentang 0–3, di mana skor 3 menunjukkan kemampuan sangat baik, 2 baik, 1 cukup, dan 0 kurang untuk jawaban salah atau tidak menjawab. Berikut ini disajikan indikator berpikir kritis dalam bentuk tabel

Tabel 2. 1 Indikator Berpikir Kritis

Indikator	Kata-kata Operasional
Memberi penjelasan sederhana	Menganalisis pernyataan, mengajukan dan menjawab pertanyaan klarifikasi
Membangun keterampilan dasar	Menilai, kredibilitas suatu sumber, meneliti, menilai hasil penelitian
Membuat inferensi	Mereduksi dan menilai deduksi, menginduksi dan menilai induksi, membuat dan menilai penilaian yang berharga
Membuat penjelasan lebih lanjut	Mengidentifikasi istilah, menilai definisi, mengidentifikasi asumsi
Mengatur strategi dan teknik	Memutuskan sebuah tindakan, berinteraksi dengan orang lain

Sumber: (Ennis, 1991)

Berdasarkan berbagai indikator tersebut, dapat disimpulkan bahwa siswa dianggap memiliki kemampuan berpikir kritis ketika rasa ingin tahu mereka meningkat. Hal ini mendorong mereka untuk menganalisis, memecahkan masalah, mensintesis, serta memilah informasi yang diperoleh, baik dari data penelitian maupun sumber yang relevan.

2.1.2. Keterampilan Kolaborasi

2.1.2.1 Definisi Keterampilan Kolaborasi

Keterampilan kolaborasi adalah kemampuan untuk bekerja sama yang dilakukan oleh siswa melalui interaksi, pertukaran ide dan pendapat, serta saling menghargai kontribusi setiap individu dalam menyelesaikan masalah guna mencapai tujuan bersama. Keterampilan ini sangat berguna untuk meningkatkan kerja sama dalam kelompok yang memiliki latar belakang berbeda, sekaligus menjadi bekal penting dalam menghadapi persaingan di era globalisasi. Siswa perlu menguasai keterampilan kolaborasi karena kemampuan ini dapat membantu mengendalikan ego dan emosi, serta menjadi faktor kunci dalam keberhasilan hubungan sosial di masyarakat (Sarifah & Nurita, 2023).

Menurut penelitian Tekad & Pebriana (2022), kolaborasi adalah suatu bentuk kerja sama yang dilakukan untuk mencapai tujuan bersama secara kelompok. Kolaborasi merupakan salah satu keterampilan penting di abad ke-21 yang mengarahkan siswa agar dapat bekerja secara efektif dan terstruktur dalam berbagai kelompok, bertanggung jawab terhadap diri sendiri, serta menghargai dan membantu anggota kelompok lain dalam menyelesaikan masalah demi mencapai tujuan bersama. Individu yang memiliki kemampuan kolaboratif mampu bekerja sama dalam tim, saling belajar dan mengajar, serta berinteraksi dengan orang lain di luar lingkungan kelas. Sejalan dengan hal tersebut Sipahutar (2022), berpendapat bahwa keterampilan kolaborasi merupakan bentuk kerja sama yang melibatkan dua orang atau lebih dalam rangka mencapai tujuan bersama yang telah disetujui.

Keterampilan kolaborasi menurut berbagai ahli dapat disimpulkan sebagai kemampuan untuk bekerja sama secara efektif dalam kelompok melalui interaksi, pertukaran ide, dan saling menghargai kontribusi setiap individu guna mencapai tujuan bersama. Keterampilan ini tidak hanya penting dalam meningkatkan kerja sama antar anggota kelompok yang memiliki latar belakang berbeda, tetapi juga menjadi bekal utama dalam menghadapi tantangan di era globalisasi. Selain itu, kolaborasi membantu siswa mengendalikan ego dan emosi, sehingga mendukung keberhasilan hubungan sosial di masyarakat. Kolaborasi juga dipandang sebagai keterampilan abad ke-21 yang menuntut siswa untuk bertanggung jawab terhadap diri sendiri dan aktif membantu anggota kelompok dalam menyelesaikan masalah secara sistematis. Individu yang memiliki kemampuan kolaboratif mampu belajar dan mengajar satu sama lain serta berinteraksi dengan orang lain di luar lingkungan kelas.

2.1.2.2 Pentingnya Keterampilan Kolaborasi

Menurut Nurhadi & Wulandari (2021) menyatakan bahwa pembelajaran kolaboratif yang melibatkan diskusi dan klarifikasi gagasan secara aktif dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan. Selain itu, keterampilan kolaborasi juga berperan penting dalam membangun kerja sama yang efektif dan memperkuat hubungan sosial antar siswa.

Pentingnya memiliki keterampilan kolaborasi dalam kehidupan manusia sejalan dengan pernyataan Sari & Rahman (2022), yang menyatakan bahwa pembelajaran kolaboratif yang melibatkan interaksi aktif antar siswa dapat meningkatkan kompetensi sosial dan akademik secara bersamaan. Keterampilan kolaborasi menjadi kunci dalam membangun komunikasi efektif dan kerja sama yang produktif di lingkungan sekolah.

Keterampilan kolaborasi tidak hanya meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui kerja kelompok, tetapi juga membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan sosial yang esensial untuk kehidupan bermasyarakat. Pembelajaran yang menekankan kolaborasi dapat menghasilkan solusi yang lebih tepat dalam menyelesaikan masalah dibandingkan dengan pendekatan individual (Putri & Santoso, 2020).

Kemampuan kolaborasi merupakan salah satu kompetensi penting yang harus dimiliki siswa. Keterampilan kolaborasi akan membantu meningkatkan jiwa sosialisme mereka dan mempersiapkan diri menghadapi tantangan di masa depan untuk menghadapi tantangan kehidupan bekerja dan bermasyarakat yang sangat memerlukan kerja sama. Berdasarkan pemaparan para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa keterampilan kolaborasi merupakan kemampuan penting yang mendukung perkembangan sosial, akademik, dan pemecahan masalah siswa, sekaligus menjadi bekal utama untuk menghadapi tuntutan kerja sama dalam kehidupan di masa depan.

2.1.2.3 Indikator Keterampilan Kolaborasi

Menurut Sufajar & Qosyim (2022), menyatakan bahwa proses diskusi dalam pola belajar kolaborasi memiliki beberapa karakteristik esensial. Pertama, kolaborasi ditandai dengan pembagian tugas yang jelas dalam tim guna mencapai tujuan pembelajaran secara kolektif. Kedua, setiap anggota tim secara aktif saling memberikan masukan untuk memperdalam pemahaman terhadap permasalahan yang dihadapi. Ketiga, terdapat saling bertanya di antara anggota untuk mencapai pengertian yang lebih mendalam. Keempat, kolaborasi juga memfasilitasi kebebasan setiap anggota untuk menyampaikan gagasan dan memberikan kontribusi. Kelima, dalam tim kolaborasi, setiap anggota bertanggung jawab tidak

hanya kepada dirinya sendiri tetapi juga kepada anggota tim lainnya. Terakhir, hubungan saling ketergantungan terjalin di antara anggota tim, memastikan bahwa setiap kontribusi menjadi bagian integral dari keberhasilan bersama.

Berdasarkan Ofstedal & Dahlberg (2009), indikator kemampuan kolaborasi mencakup beberapa aspek penting sebagai berikut:

- a) Kontribusi, seluruh anggota tim berpartisipasi dengan membagikan ide dan informasi yang relevan untuk menyelesaikan tugas.
- b) Motivasi/partisipasi, seluruh anggota tim menunjukkan antusiasme dan kemauan yang kuat untuk terlibat aktif dalam setiap tahapan diskusi, serta saling mendorong rekan setimnya untuk mencapai tujuan bersama.
- c) Kualitas kerja, tingkat mutu pekerjaan yang dihasilkan oleh tim.
- d) Manajemen waktu, memastikan pekerjaan dapat diselesaikan sesuai jadwal tanpa mengganggu tenggat waktu atau tanggung jawab anggota lain.
- e) Dukungan kelompok, setiap anggota memberikan dukungan penuh terhadap tim dan usahanya.
- f) Persiapan, anggota tim hadir dengan persiapan yang matang dan siap untuk bekerja.
- g) Pemecahan masalah, anggota secara proaktif mencari jalan keluar untuk setiap kendala yang muncul.
- h) Dinamika kelompok, mendukung kelompok dan peka terhadap kebutuhan anggota tim lainnya.
- i) Interaksi dengan orang lain, mampu mendengarkan, menghargai, mengakui, dan mengapresiasi kontribusi orang lain.
- j) Fleksibilitas peran, kemampuan untuk bergantian peran antara sebagai peran pemimpin dan pengikut.
- k) Refleksi penggunaan refleksi diri sebagai cara untuk terus meningkatkan efektivitas kegiatan kolaboratif.

Indikator-indikator tersebut diukur menggunakan angket dan rubrik penilaian kolaborasi yang memuat deskripsi perilaku pada setiap indikator. Setiap aspek dinilai 4-1, 4 (sangat setuju), 3 (setuju), 2 (tidak setuju), dan 1 (sangat tidak setuju). Skala ini digunakan untuk menggambarkan tingkat ketercapaian

kemampuan kolaborasi siswa berdasarkan pernyataan yang mencerminkan perilaku kolaboratif mereka.

Berdasarkan pemaparan tersebut, dapat disimpulkan bahwa indikator penilaian kemampuan kolaborasi siswa mencakup beberapa aspek krusial. Indikator ini antara lain adalah kontribusi aktif dari setiap anggota, kualitas kerja yang dihasilkan, pengelolaan waktu yang efisien, dan dukungan yang diberikan kepada kelompok. Selain itu, kesiapan diri, kemampuan pemecahan masalah, dan interaksi yang efektif juga menjadi bagian penting. Aspek lain yang tidak kalah penting adalah fleksibilitas dalam berperan serta refleksi untuk meningkatkan kerja sama tim.

2.1.3. *Game Based Learning*

2.1.3.1 Pengertian *Game Based Learning*

Game Based Learning adalah sebuah metode pembelajaran edukatif di mana pendidik mengintegrasikan elemen-elemen permainan ke dalam proses pengajaran. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan kognitif serta meningkatkan motivasi belajar siswa (Winatha & Setiawan, 2020). Sedangkan menurut penelitian Wahyuning (2022), *Game Based Learning* didefinisikan sebagai pemanfaatan permainan, baik dalam format digital maupun tradisional, yang bertujuan untuk mendukung dan meningkatkan kualitas pengajaran, proses belajar, atau penilaian. Metode ini memiliki potensi besar sebagai instrumen pendidikan karena mampu membangun berbagai keterampilan, memicu motivasi siswa, dan secara efektif melibatkan siswa yang cenderung pendiam atau pasif dalam proses pembelajaran.

Sedangkan menurut Putra et al. (2024) berpendapat bahwa *Game Based Learning* merupakan pembelajaran yang menggunakan permainan sebagai instrumen utama untuk mendukung proses belajar siswa dan diharapkan dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi berbagai tantangan dalam pendidikan. Sejalan dengan penelitian Winatha & Setiawan (2020), yang menyimpulkan bahwa dengan metode pembelajaran *Game Based Learning* merubah paradigma pembelajaran yang semula berpusat pada guru menuju berpusat pada siswa. Pergeseran ini memungkinkan siswa untuk mengambil peran yang lebih aktif dan

mandiri, sedangkan guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing dan mendukung proses eksplorasi siswa.

Berdasarkan penelitian para ahli, dapat disimpulkan bahwa metode pembelajaran berbasis *game* (*Game Based Learning*) merupakan metode pembelajaran yang efektif untuk mentransformasi proses edukasi. Dengan mengintegrasikan elemen permainan, *Game Based Learning* mampu mengubah paradigma pembelajaran yang semula berpusat pada guru menjadi lebih berorientasi pada siswa, menempatkan mereka sebagai subjek aktif dalam pembelajaran. Metode ini tidak hanya meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa, tetapi juga secara signifikan membantu pengembangan berbagai keterampilan penting, seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kolaborasi.

2.1.3.2 Tujuan *Game Based Learning*

Menurut Pratiwi et al., (2024) tujuan dari penerapan metode *Game Based Learning* dalam pembelajaran yaitu untuk meningkatkan kreativitas siswa agar dapat mengembangkan kemampuan imajinasinya setelah mengikuti proses pembelajaran. Menurut Wulandari et al. (2025), *Game Based Learning* dirancang untuk menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan dan interaktif dengan tujuan utama meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa, khususnya pada mata pelajaran IPA.

Game Based Learning adalah pemanfaatan *game* untuk mencapai tujuan pendidikan yang serius. Tujuannya lebih dari sekadar hiburan, melainkan sebagai alat yang secara signifikan mendukung proses belajar. *Game Based Learning* bertujuan untuk memotivasi dan melibatkan seluruh siswa agar lebih aktif dalam pembelajaran. Selain itu, *Game Based Learning* digunakan untuk melatih keterampilan abad 21, serta berfungsi sebagai media terapi untuk mengatasi kesulitan kognitif pada siswa. Pada level yang lebih tinggi, *Game Based Learning* juga bertujuan untuk memberdayakan siswa agar tidak hanya menjadi pengguna, tetapi juga pencipta konten multimedia atau *game*, yang mendorong kreativitas dan keterampilan teknis mereka (Ermono & Perdana, 2022).

Berdasarkan paparan dari para ahli, dapat disimpulkan bahwa tujuan utama *Game Based Learning* adalah memanfaatkan *game* sebagai alat serius

untuk mencapai tujuan pendidikan. *Game Based Learning* bukan hanya tentang bermain, tetapi dirancang untuk menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan menyenangkan guna meningkatkan motivasi, kreativitas, imajinasi, dan hasil belajar siswa. Selain itu, *Game Based Learning* berfungsi sebagai media efektif untuk melatih keterampilan abad ke-21 seperti literasi dan berhitung, membantu siswa yang memiliki kesulitan kognitif, dan bahkan memberdayakan mereka sebagai kreator konten.

2.1.3.3 Karakteristik *Game Based Learning*

Menurut penelitian Widiana (2022), *Game Based Learning* (GBL) memiliki karakteristik yang dapat meningkatkan minat belajar siswa karena sifatnya yang menyenangkan dan memotivasi. Selain itu, GBL juga berfungsi sebagai media pendidikan alternatif yang efektif karena mampu mengajarkan berbagai keterampilan kepada siswa. Adapun karakteristik *game based learning* menurut dalam Permana (2022) yaitu:

- 1) Memberikan tantangan kepada siswa. Dalam pembelajaran berbasis *game* siswa diberikan tantangan, sehingga tercipta kompetisi antar siswa. Hal ini diharapkan motivasi siswa untuk belajar menjadi lebih baik dan semakin meningkat.
- 2) *Game* memiliki elemen fantasi yang mengikutsertakan pemain dalam aktivitas pembelajaran.
- 3) *Game* menciptakan pengalaman belajar. Dengan *game*, esensi materi yang dipelajari dirasa sangat penting untuk dinilai dan dikompetisikan.

2.1.3.4 Penerapan *Game Based Learning* melalui *Game Clash of Champions*

Permainan edukatif yang digunakan dalam impementasi metode *Game Based Learning* adalah permainan *Clash of Champions*. Permainan *Clash of Champions* merupakan permainan yang diadaptasi dari program edukatif populer yang dibuat oleh Ruang guru. *Clash of Champions* adalah program yang menampilkan sebuah kompetisi yang dilakukan oleh sekitar 40 mahasiswa berprestasi dari Universitas di seluruh Indonesia dan universitas luar negeri, pesertanya merupakan warga negara Indonesia (Kurniatari & Suastika, 2024). Kompetisi yang dilakukan oleh para peserta *Clash of Champions* memerlukan

kemampuan untuk berpikir secara cepat, kemampuan analisis kritis, kemampuan bekerja sama dan disiplin. Keharusan pesertanya untuk menjawab soal dengan cepat akan membuat mereka menjadi lebih tertantang dan akan melatih manajemen waktu. Kompetisi *Clash of Champions* dilaksanakan dengan melakukan tiga fase utama: *memorize* (mengingat), *recall* (mengingat Kembali), dan *examine* (pembuktian) (Asni Sari & Reftantia, 2024).

Clash of Champions berfungsi untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif dan menantang, di mana siswa merasa termotivasi untuk menyelesaikan misi atau tantangan yang terhubung langsung dengan materi pelajaran. Penelitian Sholeh (2024) menemukan bahwa *game* edukasi, secara umum, dapat meningkatkan partisipasi dan interaksi antar siswa. Dalam lingkungan permainan yang kooperatif, siswa belajar untuk menyusun strategi bersama, mengandalkan kekuatan masing-masing anggota tim, dan mencapai tujuan bersama, yang secara efektif melatih keterampilan kolaborasi mereka.

Menurut Ichwanudin & Nurjanah (2025), penerapan *game Clash of Champions* terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, dengan hasil yang signifikan. Mekanisme dalam *game* ini secara tidak langsung melatih siswa untuk berpikir kritis karena mereka harus menganalisis situasi dalam permainan, membuat keputusan strategis, dan memecahkan teka-teki yang terintegrasi dengan materi pelajaran. Proses ini mendorong siswa untuk mengevaluasi informasi, mengidentifikasi hubungan sebab-akibat, serta menyimpulkan solusi untuk menyelesaikan tantangan yang ada.

Menurut penelitian Sari (2025), penerapan metode ini di sekolah dapat menggunakan salah satu model pembelajaran yaitu *discovery learning* yang dapat diimplementasikan melalui permainan yaitu permainan *Clash of Champions*. Penerapan metode *Game Based Learning* menggunakan *model discovery learning* dilaksanakan dengan cara menyisipkan permainan pada sintaks model yaitu pada sintak ke-3 dan ke-4 yaitu (*data collecting* dan *data procesing*). Kegiatan yang dilakukan pada tahapan sintaks ke-3 dan ke-4 siswa akan dibimbing untuk bermain *Clash of Champions*.

Menurut Nursamsiyah & Safitri (2025), permainan ini didasarkan pada seperangkat aturan yang menuntut kinerja terukur, dengan tujuan utama setiap kelompok adalah mengumpulkan skor tertinggi melalui penguasaan materi, mekanisme kompetisi diatur oleh batas waktu ketat di setiap fase (*Memorize, Recall, Examine*) setiap jawaban benar diberikan poin namun pengurangan poin diterapkan untuk jawaban salah, dengan insentif *reward* tambahan untuk kecepatan dan kreativitas. Kunci efektivitasnya terletak pada umpan balik instan dari sistem, yang langsung memberikan validasi, skor, dan petunjuk koreksi, memungkinkan tim menyesuaikan strategi secara *real-time* seluruh dinamika ini didukung oleh *leaderboard* untuk memelihara motivasi kompetitif yang sehat, dengan langkah-langkah implementasi detailnya diuraikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. 2 Langkah-Langkah Penerapan *Game Based Learning*

No	Sintaks (Model)/ Tahapan Kegiatan	Pembelajaran <i>Game Based Learning</i> menggunakan permainan <i>clash of champions</i>	
		Aktivitas Guru/ Bantuan yang diberikan Guru	Aktivitas Siswa/ Prediksi Respon yang Mungkin dimunculkan Siswa
1.	<i>Stimulation</i>	- Guru menampilkan gambar sebagai <i>stimulation</i> siswa	- Siswa mendengarkan dan mencatat hal-hal penting dari gambar yang disajikan guru
2.	<i>Problem Statement</i>	- Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyampaikan pertanyaan terkait pertanyaan pematik yang diberikan guru.	- Siswa mengajukan sejumlah pertanyaan
3.	<i>Data Collecting</i>	- Guru membagikan LKPD - Guru menjelaskan cara pengisian LKPD dengan bantuan <i>game</i> . - Guru menjelaskan aturan dalam game <i>clash of champion</i> - Guru memerintahkan	- Siswa mendengarkan arahan dari guru - siswa menyimak penjelasan tentang aturan bermain <i>clash of champion</i>

No	Sintaks (Model)/ Tahapan Kegiatan	Pembelajaran <i>Game Based Learning</i> menggunakan permainan <i>clash of champions</i>	
		Aktivitas Guru/ Bantuan yang diberikan Guru	Aktivitas Siswa/ Prediksi Respon yang Mungkin dimunculkan Siswa
		Siswa untuk melaksanakan <i>game clash of champions</i> - Setiap tantangan dalam <i>game</i> dihubungkan dengan soal/kegiatan pada LKS - Guru berperan sebagai fasilitator, memantau jalannya permainan, memberi arahan jika ada kesulitan, dan memastikan semua peserta terlibat aktif.	
4.	<i>Data processing</i>	- Guru memerintahkan siswa untuk mengisi soal dalam LKS sesuai dengan permainan <i>clash of champions</i> - Guru berperan sebagai fasilitator, memberi arahan jika ada kesulitan, dan memastikan semua siswa terlibat aktif.	- Siswa mengisi soal dalam LKS secara berkelompok
5.	<i>Verification</i>	- Guru meminta siswa untuk melakukan presentasi dan diskusi kelas - Guru memverifikasi terkait hasil data yang dipresentasikan oleh siswa	- Siswa mempresentasikan hasil dari diskusi kelompok - Siswa memperhatikan dan mencatat hal yang penting
6.	<i>Generalization</i>	- Guru meminta siswa untuk menyampaikan hasil kesimpulan materi dari pembelajaran <i>game</i>.	- Siswa menyimpulkan hasil dari pembelajaran hari ini secara

No	Sintaks (Model)/ Tahapan Kegiatan	Pembelajaran <i>Game Based Learning</i> menggunakan permainan <i>clash of champions</i>	
		Aktivitas Guru/ Bantuan yang diberikan Guru	Aktivitas Siswa/ Prediksi Respon yang Mungkin dimunculkan Siswa
		- Guru memberikan <i>feedback</i> Refleksi terhadap materi yang disampaikan melalui <i>game</i>. - Guru meminta siswa mengisi refleksi singkat tentang pengalaman bermain, pemahaman materi, serta kesulitan yang dihadapi.	- perwakilan - Siswa mendengarkan hasil kesimpulan dari guru. - Siswa melakukan refleksi singkat

Sumber: Dimodifikasi dari Dehong et al., (2020)

2.1.3.5 Kekurangan Penggunaan Game Based Learning

Game Based Learning ini memiliki kekurangan. Adapun kekurangan metode pembelajaran *Game Based Learning* menurut Wahyuning (2022) antara lain:

- 1) Membutuhkan persiapan yang matang: Penerapan *Game Based Learning* memerlukan persiapan yang lebih terperinci dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional.
- 2) Kecenderungan untuk hanya berfokus pada *game*: Jika tidak dirancang dengan baik, siswa cenderung hanya fokus pada permainannya saja dan mengabaikan materi pembelajaran.
- 3) Perlu biaya dan infrastruktur pendukung: Pembuatan dan penggunaan *Game Based Learning* membutuhkan biaya yang tidak sedikit serta infrastruktur teknologi yang memadai.
- 4) Potensi kecanduan: Terdapat risiko bahwa siswa akan kecanduan bermain *game*.

2.1.4. Deskripsi Materi

2.1.4.1 Pengertian Ekosistem

Ekosistem didefinisikan sebagai sistem ekologi yang tercipta akibat interaksi saling bergantung yang tidak terpisahkan antara makhluk hidup dan lingkungan fisik di sekitarnya. Ekosistem melibatkan integrasi berbagai unit biosistem, di mana terdapat hubungan timbal balik antara organisme dan lingkungan fisiknya, sehingga aliran energi mengalir ke struktur biotik spesifik yang memicu siklus materi antara komponen organik dan anorganik (Darza, 2020).

2.1.4.2 Satuan Penyusun Ekosistem

Menurut Urry et al. (2020), satuan makhluk hidup penyusun ekosistem terdiri dari:

1. Individu, merupakan satu makhluk hidup tunggal.
2. Populasi adalah kelompok individu dari spesies yang identik yang menghuni wilayah dan waktu tertentu. Definisi populasi ini memiliki dua ciri utama. Pertama, persyaratan bahwa individu berasal dari spesies yang sama menandakan kemungkinan perkawinan silang pada organisme yang bereproduksi secara seksual antar anggota populasi. Kedua, populasi bersifat spasial, yang berarti memerlukan batasan wilayah yang tegas, seperti populasi burung kutilang darat yang tinggal di Pulau Daphne Major, Kepulauan Galapagos.
3. Komunitas adalah kumpulan berbagai populasi yang saling berinteraksi dan mendiami area geografis yang sama pada periode waktu yang serupa.
4. Ekosistem, merupakan tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling memengaruhi satu sama lain.
5. Lanskap adalah kawasan yang terbentuk dari gabungan berbagai komunitas dan ekosistem.
6. Bioma, yaitu ekosistem besar yang meliputi suatu daerah luas dengan flora dan fauna khas seperti hutan hujan tropis.
7. Biosfer merupakan tingkatan yang paling kompleks dalam ekologi (Priastomo, 2021). Biosfer merupakan bagian terluar bumi yang mencakup

udara, daratan, dan air yang memungkinkan berlangsungnya proses kehidupan.

2.1.4.3 Komponen Penyusun Ekosistem

Komponen ekosistem mencakup dua bagian utama, yaitu komponen biotik dan komponen abiotik. Komponen biotik adalah unsur ekosistem yang termasuk dalam kategori makhluk hidup. Menurut Asril et al. (2022) komponen biotik ini diklasifikasikan berdasarkan fungsinya menjadi produsen, konsumen, dekomposer, serta detritivor.

1. Produsen, yaitu organisme yang dapat menghasilkan senyawa organik dari bahan anorganik dengan memanfaatkan energi dari sinar matahari.
2. Konsumen, yaitu organisme yang mendapatkan senyawa organik dari makhluk hidup lainnya.
3. Dekomposer atau pengurai, yaitu organisme yang mampu menguraikan sisa-sisa dari organisme atau bangkai makhluk hidup menjadi senyawa anorganik.
4. Detritivor, yaitu organisme yang memakan partikel-partikel organik kecil dari suatu makhluk hidup.

Berdasarkan mekanisme perolehan makanan, Asril et al., (2022), membagi komponen biotik menjadi autotrof dan heterotrof. Autotrof adalah organisme yang bisa memproduksi atau mensintesis makanan sendiri. Komponen autotrof berfungsi sebagai produsen, seperti tanaman berdaun hijau. Sementara itu, heterotrof adalah organisme yang bergantung pada senyawa organik dari makhluk hidup lain, misalnya berbagai spesies hewan. Komponen abiotik merupakan elemen non-hidup dalam ekosistem, seperti sinar matahari, tanah, air, tingkat kelembaban, serta kondisi iklim.

2.1.4.4 Interaksi dalam Ekosistem

Menurut Urry et al. (2020), interaksi diklasifikasikan berdasarkan dampak positif (+) atau negatif (-) terhadap kelangsungan hidup dan reproduksi individu yang terlibat, menjadi tiga kelompok utama: kompetisi (-/-), eksploitasi (+/-), serta interaksi positif (+/+).

a) Kompetisi

Kompetisi merupakan bentuk interaksi yang muncul ketika individu dari spesies berbeda saling memanfaatkan sumber daya terbatas yang memengaruhi kelangsungan hidup serta kemampuan reproduksi kedua belah pihak. Contohnya, Lynx dan rubah di hutan utara Alaska serta Kanada yang saling berebut mangsa seperti kelinci sepatu salju.

b) Eksploitasi

Eksploitasi adalah bentuk interaksi di mana satu spesies memperoleh keuntungan, sementara spesies lainnya mengalami kerugian. Jenis interaksi eksploitatif ini mencakup predasi, herbivory, serta parasitisme.

(1) Predasi

Predasi merupakan interaksi di mana individu dari satu spesies (pemangsa) membunuh dan memakan individu dari spesies lain (mangsa). Contoh umum dari predasi adalah singa yang menyerang dan memakan zebra serta hewan air yang memakan Protista. Dalam upaya menghindari proses pemangsaan dan mendukung keberhasilan reproduksi, terdapat adaptasi yang dilakukan baik oleh predator maupun mangsa melalui seleksi alam. Misalnya, burung hantu memiliki mata besar yang khas yang membantu mereka melihat mangsa di malam hari serta kamuflase yang dilakukan oleh beberapa spesies untuk bersembunyi atau mengelabui pemangsa



Gambar 2. 1 Predasi singa dan zebra
Sumber: (Wilkin, 2025)

Gambar 2.1 di atas menunjukkan contoh interaksi predasi, yaitu hubungan antara organisme pemangsa (predator) dan mangsa. Dalam contoh tersebut, seekor singa (*Panthera leo*) berperan sebagai predator yang memangsa zebra (*Equus quagga*) sebagai mangsanya. Singa memperoleh energi dan nutrisi dengan cara menangkap serta memakan zebra, sedangkan zebra mengalami kerugian karena kehilangan nyawanya dalam proses tersebut. Interaksi ini menggambarkan bentuk

eksploitasi ekologis, di mana satu spesies memperoleh keuntungan sementara spesies lain dirugikan. Predasi memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan populasi di ekosistem sabana Afrika, karena membantu mengendalikan jumlah herbivora agar tidak melebihi kapasitas daya dukung lingkungan. Selain itu, tekanan pemangsaan juga mendorong munculnya berbagai adaptasi evolusioner, seperti kecepatan berlari zebra atau kemampuan berburu berkelompok pada singa (Jabar & Syafwan, 2021).

(2) Herbivori

Herbivori merupakan bentuk interaksi eksploitatif di mana organisme herbivora memakan bagian-bagian tanaman atau alga, yang menyebabkan kerusakan pada tanaman tersebut tetapi biasanya tidak mengakibatkan kematiannya, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini yang menggambarkan *Trichechus manatus* di Florida sedang merumput pada *Hydrilla*.



Gambar 2. 2 Laut Herbivori

Sumber: (Urry et al., 2020)

Gambar 2.2 tersebut menunjukkan seekor manatee (*Trichechus manatus*) yang merupakan hewan herbivora laut sedang memakan tumbuhan air *Hydrilla* di perairan Florida. Aktivitas ini menggambarkan bentuk interaksi herbivori, yaitu ketika organisme herbivora memperoleh makanan dengan memakan bagian tumbuhan atau alga. Manatee memanfaatkan *Hydrilla* sebagai sumber energi, namun tumbuhan tersebut tidak mati seluruhnya, hanya mengalami kerusakan pada sebagian jaringan, sesuai dengan ciri interaksi herbivori yang bersifat eksploitatif tetapi tidak mematikan inangnya (Urry et al., 2020).

(3) Parasitisme

Parasitisme merupakan bentuk interaksi biologis dalam ekosistem di mana satu organisme (*parasit*) memperoleh keuntungan dengan mengambil nutrisi atau sumber daya dari organisme lain (*inang*), sedangkan inang mengalami kerugian. Hubungan ini bersifat jangka panjang, karena parasit biasanya tidak membunuh

inangnya secara langsung. Parasitisme dapat ditemukan pada hewan, tumbuhan, maupun mikroorganisme dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan populasi serta dinamika ekosistem. Menurut Urry et al. (2020) dalam *Campbell Biology* edisi 12, parasitisme termasuk interaksi eksploitatif, karena parasit mendapatkan keuntungan (nutrisi, tempat hidup) sementara inang mengalami kerugian (penurunan energi, gangguan metabolisme, atau kerusakan jaringan).



Gambar 2. 3 Parasitisme melalui vektor nyamuk

Sumber: (Priastomo et al., 2021)

Nyamuk dari genus *Anopheles*, *Aedes* dan *Mansonia* berperan sebagai vektor parasit yang menularkan organisme parasitik ke manusia misalnya parasit penyebab malaria atau filariasis. Nyamuk yang menggigit manusia memiliki perilaku gigitan yang memadai sebagai vektor potensial filariasis, dengan jenis-nyamuk tertentu (termasuk *Mansonia uniformis*) yang aktif menggigit manusia pada malam hari. Selain itu nyamuk *Culex quinquefasciatus* juga mempunyai potensi sebagai vektor filariasis karena memiliki umur cukup untuk inkubasi parasit di dalam tubuh nyamuk tersebut. Hubungan ini memenuhi karakteristik parasitisme karena nyamuk memperoleh keuntungan berupa darah manusia (nutrisi) dan tempat hidup, sedangkan manusia sebagai inang meskipun tidak langsung dibunuh oleh nyamuk mengalami kerugian berupa risiko infeksi parasit (misalnya filariasis) serta dampak kesehatan jangka panjang (Priastomo et al., 2021).

c) Interaksi Positif

Interaksi positif adalah bentuk interaksi (+/+) atau (+/0) antar dua spesies di mana setidaknya satu individu memperoleh keuntungan dan tidak ada pihak yang mengalami kerugian. Interaksi positif ini mencakup mutualisme dan komensalisme.

(1) Mutualisme

Mutualisme merupakan interaksi yang memberikan keuntungan bagi individu dari kedua spesies yang terlibat. Salah satu contoh mutualisme adalah hubungan antara pohon akasia dengan semut (Gambar 2. 4), di mana semut memperoleh manfaat dengan menjadikan pohon akasia sebagai tempat tinggal dan mengonsumsi nektar yang dihasilkan oleh pohon, sedangkan pohon akasia diuntungkan karena semut dapat menghilangkan spora jamur, herbivora kecil, serta memangkas vegetasi yang tumbuh di sekitar akasia.



Gambar 2. 4 Mutualisme antara Pohon Akasia dengan Semut
Sumber: (Urry et al., 2020)

(2) Komensalisme

Komensalisme merupakan interaksi yang memberikan keuntungan bagi individu dari salah satu spesies yang terlibat, tetapi tidak merugikan atau memberikan manfaat kepada individu dari spesies lainnya. Contoh dari interaksi ini adalah burung kuntul yang memakan serangga-serangga yang muncul dari rumput akibat aktivitas hewan herbivora yang sedang merumput.



Gambar 2. 5 Komensalisme Burung Kuntul dan Hewan Herbivora
Sumber: (Urry et al., 2020)

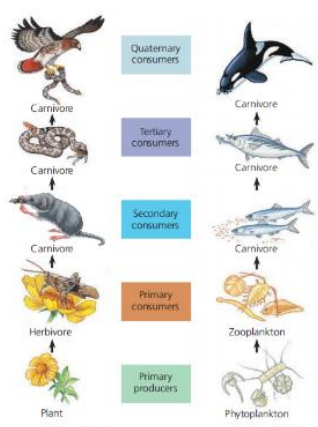
Gambar tersebut memperlihatkan hubungan antara burung kuntul (komensal) dan kerbau (inang). Burung kuntul tampak berdiri di punggung kerbau sambil mencari serangga yang beterbangan atau menempel di tubuh kerbau. Hubungan ini mencerminkan komensalisme karena burung kuntul memperoleh manfaat berupa makanan dari serangga tanpa memengaruhi kerbau secara

signifikan. Kerbau tidak dirugikan dan tetap melakukan aktivitasnya seperti biasa. Fenomena seperti ini banyak ditemukan di padang rumput tropis dan menggambarkan keseimbangan interaksi antarspesies dalam ekosistem (Urry et al., 2020).

2.1.4.5 Aliran Energi

Menurut Urry et al. (2020) ekosistem memiliki dua karakteristik utama yang timbul, yaitu aliran energi dan siklus zat kimia. Energi yang masuk ke dalam ekosistem berasal dari sinar matahari, di mana energi cahaya dari sinar tersebut dapat dikonversi menjadi energi kimia oleh autotrof, kemudian dialirkan ke heterotrof melalui senyawa organik dalam makanan, dan akhirnya hilang dalam bentuk panas. Aliran energi ini merujuk pada serangkaian proses pemindahan dari satu bentuk energi ke bentuk energi lainnya.

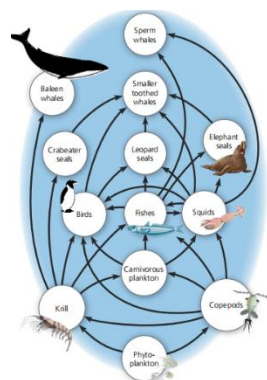
Ekosistem terkait dengan proses transfer energi dari sinar matahari melalui rantai makanan. Seluruh organisme memperoleh energinya melalui rantai makanan tersebut, di mana pada setiap tahap perpindahan energi terjadi kehilangan energi. Rantai makanan melibatkan transfer energi kimia mulai dari sumbernya pada tumbuhan dan autotrof lainnya (sebagai produsen primer), kemudian ke herbivora (konsumen primer), dilanjutkan ke karnivora (konsumen sekunder, tersier, dan kuartener), serta berakhir pada dekomposer, sebagaimana yang digambarkan pada Gambar 6. Posisi yang diisi oleh organisme dalam rantai makanan itu disebut tingkat trofik (Urry et al., 2020).



Gambar 2. 6 Rantai Makanan Darat dan Laut
Sumber: (Urry et al., 2020)

Gambar 2. 6 menunjukkan proses aliran energi dalam ekosistem darat dan laut melalui rantai makanan. Energi matahari ditangkap oleh produsen seperti tumbuhan hijau di darat dan fitoplankton di laut melalui proses fotosintesis, kemudian diubah menjadi energi kimia dalam bentuk senyawa organik. Energi ini selanjutnya dialirkan ke konsumen primer (herbivora atau zooplankton) yang memakan produsen, lalu diteruskan ke konsumen sekunder dan tersier (karnivora). Pada setiap tingkat trofik, sebagian energi hilang sebagai panas akibat aktivitas metabolisme organisme, sesuai dengan hukum termodinamika kedua. Akhirnya, organisme yang mati dan sisa bahan organik diuraikan oleh dekomposer, seperti bakteri dan jamur, untuk mengembalikan unsur hara ke lingkungan abiotik. Dengan demikian, aliran energi dalam ekosistem bersifat satu arah (*unidirectional*), dimulai dari sinar matahari menuju produsen, konsumen, hingga pengurai (Urry et al., 2020). Penjelasan ini diperkuat oleh penelitian Jabar & Syafwan (2021), yang menyatakan bahwa rantai makanan merupakan model transfer energi kimia antar tingkat trofik, di mana energi berpindah dari produsen ke konsumen hingga akhirnya hilang sebagai panas.

Beberapa rantai makanan yang saling terkait membentuk jaring-jaring makanan. Suatu rantai makanan dapat terintegrasi menjadi jaring makanan, di mana spesies tertentu mampu terlibat dalam jaringan tersebut pada lebih dari satu tingkat trofik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. 7 di bawah ini, di mana copepod dapat berperan sebagai konsumen I maupun konsumen II, demikian pula dengan spesies lainnya (Urry et al., 2020).



Gambar 2. 7 Jaring-jaring Makanan
Sumber: (Urry et al., 2020)

Gambar 2. 7 menampilkan jaring-jaring makanan yang menggambarkan keterkaitan antara beberapa rantai makanan di dalam suatu ekosistem. Dalam gambar tersebut terlihat bahwa satu organisme dapat berperan pada lebih dari satu tingkat trofik, misalnya copepod yang dapat menjadi konsumen primer sekaligus konsumen sekunder. Hal ini menunjukkan bahwa aliran energi dalam ekosistem tidak berlangsung secara tunggal seperti pada rantai makanan, melainkan bercabang membentuk jaringan yang kompleks. Energi dari produsen, seperti tumbuhan hijau atau fitoplankton, mengalir ke konsumen primer, kemudian ke konsumen sekunder dan tersier hingga mencapai predator puncak, sementara sebagian energi hilang sebagai panas pada setiap perpindahan tingkat trofik. Jaring-jaring makanan ini memperlihatkan bahwa keseimbangan ekosistem sangat bergantung pada keberadaan setiap organisme di dalamnya, jika salah satu spesies hilang, maka akan memengaruhi rantai energi dan organisme lain yang terhubung (Jabar & Syafwan, 2021; Urry et al., 2020).

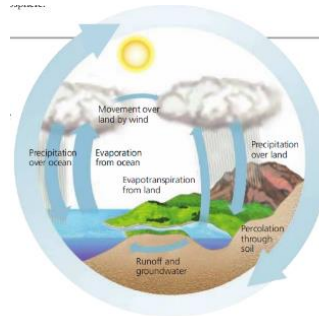
2.1.4.6 Siklus Biogeokimia

Unsur kimia esensial dalam kehidupan, seperti karbon, hidrogen, nitrogen, oksigen, fosfor, dan belerang, mengalami transformasi dinamis antara bentuk organik yang hidup atau mati dengan satu atau lebih reservoir anorganik/nonbiologis. Proses perpindahan setiap elemen antar kelompok ini terjadi secara berulang melalui reaksi kimia alami maupun pengaruh biologis. Konsep ini dikenal sebagai siklus biogeokimia. Peran siklus biogeokimia adalah sebagai proses daur ulang materi yang mencakup semua unsur kimia yang telah dimanfaatkan oleh seluruh entitas di Bumi, baik komponen biotik maupun abiotik, sehingga menjamin keberlanjutan kehidupan di planet ini (Urry et al., 2020).

a) Siklus Air

Menurut Urry et al. (2020) proses utama yang mendorong siklus air mencakup penguapan air cair oleh energi matahari, kondensasi uap air menjadi awan, serta presipitasi, sebagaimana yang digambarkan pada Gambar 2.8. Air di atmosfer berwujud uap air yang dihasilkan dari penguapan air di lautan dan daratan akibat panas matahari. Uap air ini kemudian mengembun membentuk

awan yang turun sebagai hujan. Air yang jatuh ke permukaan daratan akan meresap ke dalam tanah, sehingga membentuk air permukaan tanah dan air tanah.



Gambar 2. 8 Siklus Air

Sumber: (Urry et al., 2020)

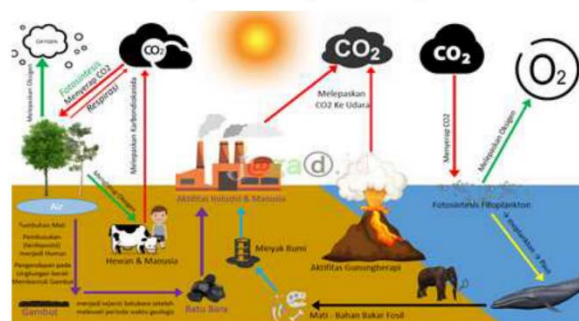
Gambar 2.8 menunjukkan proses siklus air yang menggambarkan pergerakan air secara terus-menerus di permukaan bumi, di bawah tanah, dan di atmosfer. Dalam gambar tersebut, ditunjukkan bahwa air mengalami beberapa tahapan utama, yaitu evaporasi, kondensasi, presipitasi, dan infiltrasi. Proses dimulai ketika energi matahari memanaskan perairan seperti laut, danau, serta sungai, sehingga terjadi penguapan (evaporasi) yang mengubah air menjadi uap air. Selain itu, transpirasi dari tumbuhan juga menambah jumlah uap air ke atmosfer. Uap air tersebut kemudian naik dan mengalami pendinginan hingga membentuk awan melalui proses kondensasi. Ketika awan menjadi jenuh dan berat, uap air kembali ke permukaan bumi dalam bentuk hujan, salju, atau embun melalui proses presipitasi. Air hujan yang turun sebagian mengalir di permukaan sebagai aliran sungai (*run off*), sebagian lagi meresap ke dalam tanah melalui infiltrasi dan menjadi air tanah (*groundwater*). Selanjutnya, air tanah dapat kembali mengalir ke laut, sungai, atau danau, sehingga siklus ini berulang secara terus-menerus (Widodo et al., 2021)

b) Siklus Karbon

Organisme yang melakukan fotosintesis memanfaatkan CO_2 dalam proses tersebut untuk mengonversi karbon menjadi senyawa organik yang kemudian dimanfaatkan oleh konsumen, seperti hewan, jamur, protista, serta prokariota heterotrof. Proses fotosintesis oleh tumbuhan dan fitoplankton menyerap jumlah CO_2 yang sangat besar dari atmosfer. Jumlah penyerapan ini hampir seimbang

dengan CO_2 yang dipancarkan kembali ke atmosfer melalui respirasi seluler oleh produsen dan konsumen. Di samping itu, pembakaran bahan bakar fosil serta kayu juga berkontribusi menambahkan CO_2 dalam jumlah yang cukup signifikan ke atmosfer.

Seperti yang digambarkan pada Gambar 2. 9, dalam siklus karbon, CO_2 dari atmosfer dimanfaatkan untuk fotosintesis, kemudian organisme fotosintetik tersebut dikonsumsi oleh konsumen, yang selanjutnya melepaskan karbon kembali ke atmosfer melalui respirasi seluler, ditambah dengan emisi karbon dari aktivitas industri, sehingga siklus ini terus berlangsung secara berulang.



Gambar 2. 9 Siklus Karbon

Sumber: (Widodo et al., 2021)

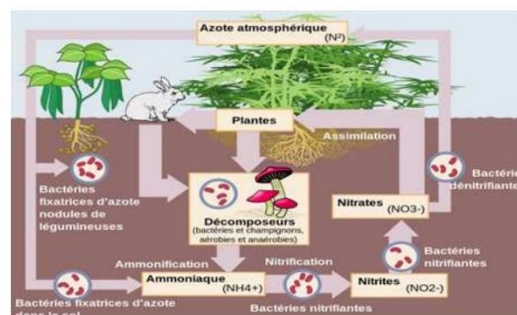
Siklus karbon menggambarkan bagaimana karbon berpindah antar komponen atmosfer, biosfer, hidrosfer, dan geosfer melalui berbagai proses alami. Tumbuhan menyerap karbon dioksida dari udara melalui fotosintesis dan mengubahnya menjadi senyawa organik, sementara sebagian karbon juga larut ke laut dan terbawa ke kedalaman melalui sirkulasi air. Di laut, organisme fotosintetik dan pembentuk cangkang ikut menyimpan karbon dalam jaringan atau sedimen. Karbon kembali ke atmosfer melalui respirasi makhluk hidup, pembusukan, pembakaran bahan organik maupun fosil, produksi semen, serta aktivitas vulkanik. Dalam biosfer, autotrof seperti tumbuhan dan fitoplankton berperan penting dalam mengubah CO_2 menjadi glukosa, sedangkan heterotrof memperoleh karbon dari konsumsi organisme lain dan melepaskannya kembali melalui respirasi. Sebagian karbon tersimpan lama dalam tumbuhan, tanah, atau batuan karbonat hasil sedimentasi. Di lautan, karbon anorganik menjaga

keseimbangan pH melalui reaksi antara CO_2 , air, dan ion bikarbonat. Keseluruhan proses ini memengaruhi iklim global, karena perubahan pada simpanan atau pelepasan karbon berhubungan erat dengan peningkatan suhu bumi dan pemanasan global (Urry et al., 2020; Widodo et al., 2021).

c) Siklus Nitrogen

Siklus nitrogen melibatkan perpindahan nitrogen dari atmosfer ke dalam tanah. Nitrogen dapat memasuki ekosistem melalui proses fiksasi nitrogen. Sumber utama produksi nitrogen berasal dari pupuk buatan industri serta tanaman legum yang menangkap nitrogen melalui hubungan simbiosis dengan bakteri di nodul akarnya. Selain itu, bakteri lain berperan dalam mengubah bentuk nitrogen, seperti bakteri nitrifikasi yang mengonversi amonium menjadi nitrat, serta bakteri denitrifikasi yang mengubah nitrat menjadi gas nitrogen.

Gambar 2.10 mengilustrasikan siklus nitrogen, di mana nitrogen dari atmosfer difiksasi oleh organisme khusus baik di daratan maupun di lautan, termasuk juga melalui proses fiksasi industri. Ammonia dan nitrat yang dihasilkan dari fiksasi ini kemudian diserap oleh tumbuhan, yang selanjutnya dikonsumsi oleh hewan (konsumen). Sebagian kotoran dari hewan akan dilepaskan kembali ke atmosfer dalam bentuk gas nitrogen melalui proses denitrifikasi.



Gambar 2. 10 Siklus Nitrogen

Sumber: (Widodo et al., 2021)

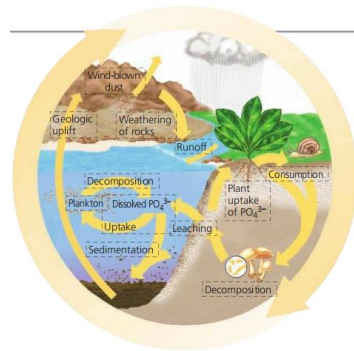
Vertebrata memperoleh nitrogen secara tidak langsung melalui makanan yang mengandung protein dan asam nukleat. Zat-zat ini diuraikan menjadi asam amino dan komponen nukleotida yang kemudian digunakan untuk membentuk kembali protein, asam nukleat, dan senyawa lain dalam tubuh. Sekitar separuh dari 20 jenis asam amino merupakan asam amino esensial yang tidak dapat

disintesis sendiri oleh vertebrata, sedangkan sisanya dapat dibuat dari senyawa dasar metabolik. Nitrogen yang terkandung dalam asam amino juga menjadi sumber bagi pembentukan purin dan pirimidina pada DNA dan RNA. Di alam, nitrogen bebas (N_2) hanya dapat dimanfaatkan oleh bakteri pengikat nitrogen, lalu masuk ke rantai makanan melalui tumbuhan yang menyerap senyawa nitrogen dari tanah dan meneruskannya ke organisme lain. Siklus nitrogen berlanjut ketika senyawa organik yang mengandung nitrogen diuraikan oleh organisme detritus menjadi amonia, lalu dioksidasi oleh bakteri *Nitrosomonas* menjadi nitrit dan oleh *Nitrobacter* menjadi nitrat yang kembali tersedia bagi tanaman (Widodo et al., 2021).

d) Siklus Fosfor

Fosfor adalah unsur esensial bagi kehidupan karena makhluk hidup memerlukan fosfor sebagai komponen utama dalam asam nukleat, fosfolipid, ATP, serta berbagai molekul penyimpan energi lainnya, dan juga sebagai bagian dari mineral pada tulang serta gigi. Di alam, fosfor hadir dalam wujud fosfat (PO_4^{3-}) yang terdapat di batuan, kemudian diserap serta dimanfaatkan oleh tanaman melalui proses pembentukan senyawa organik.

Proses pelapukan batuan menyebabkan peningkatan kadar fosfat di tanah, di mana sebagiannya larut dalam air tanah dan air permukaan yang mengalir hingga mencapai lautan. Fosfat tersebut diambil oleh tanaman sebagai produsen. Produsen ini kemudian dikonsumsi oleh konsumen (herbivora dan karnivora), sehingga konsumen secara otomatis memperoleh fosfat dari sumber tersebut. Fosfat dikembalikan ke tanah melalui proses ekskresi dari konsumen, baik berupa urin maupun feses. Mengingat tidak adanya gas yang mengandung fosfor secara signifikan, hanya sedikit fosfor yang berpindah melalui atmosfer, biasanya dalam bentuk debu dan cipratan air laut (gambar 2. 11).



Gambar 2. 11 Siklus Posfor

Sumber: (Urry et al., 2020)

Gambar 2.11 memperlihatkan siklus fosfor yaitu proses alami yang menggambarkan pergerakan unsur fosfor di antara batuan, tanah, air, tumbuhan, dan hewan. Fosfor merupakan unsur penting bagi kehidupan karena berperan dalam pembentukan DNA, RNA, ATP, serta fosfolipid yang menyusun membran sel. Dalam gambar, fosfor ditunjukkan berasal dari batuan yang mengalami pelapukan, melepaskan ion fosfat (PO_4^{3-}) ke tanah dan perairan. Ion fosfat ini kemudian diserap oleh tumbuhan untuk pertumbuhan dan pembentukan jaringan biologis. Hewan memperoleh fosfor dengan memakan tumbuhan atau hewan lain, sehingga fosfor berpindah dalam rantai makanan. Ketika tumbuhan dan hewan mati, proses dekomposisi oleh mikroorganisme mengembalikan fosfor ke tanah dalam bentuk senyawa organik dan anorganik. Sebagian fosfat terbawa aliran air menuju laut, mengendap di dasar laut, dan dalam jangka waktu geologis dapat membentuk kembali batuan fosfat melalui proses sedimentasi. Siklus ini termasuk lambat karena fosfor jarang berpindah melalui atmosfer, berbeda dengan unsur lain seperti karbon atau nitrogen (Urry et al., 2020).

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Berikut ini penulis sajikan penelitian relevan dengan penelitian penulis, salah satu penelitian yang paling relevan adalah studi yang dilakukan oleh Wulandari et al. (2025) terkait dengan penggunaan *clash of champions* menunjukkan bahwa penggunaan *game* ini sebagai alat evaluasi pada pembelajaran IPA terbukti mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan, yang dibuktikan dengan kenaikan nilai rata-rata dari 63,00 menjadi 81,10. Temuan ini didukung oleh penelitian Yulianti et al., (2025) yang

menemukan pengaruh positif dan signifikan dari metode *Game Based Learning* dengan *clash of champions* terhadap motivasi belajar siswa. Hidayati et al. (2025) juga membuktikan bahwa implementasi *game Clash of Champions* ini dalam metode pembelajaran kooperatif berhasil meningkatkan hasil belajar IPAS secara substansial, menunjukkan adaptabilitasnya dalam berbagai pendekatan mengajar.

Meskipun penelitian-penelitian terdahulu memberikan bukti kuat tentang efektivitas masing-masing komponen, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik mengkaji pengaruh kombinasi model pembelajaran *Game Based Learning Clash of Champions* terhadap dua variabel sekaligus, yaitu keterampilan berpikir kritis dan keterampilan kolaborasi siswa pada materi ekosistem. Maka dari itu penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian tersebut. Namun tentu saja penelitian-penelitian tersebut dijadikan sebagai relevansi dengan penelitian yang akan penulis lakukan ada kesamaan variabel yang diteliti.

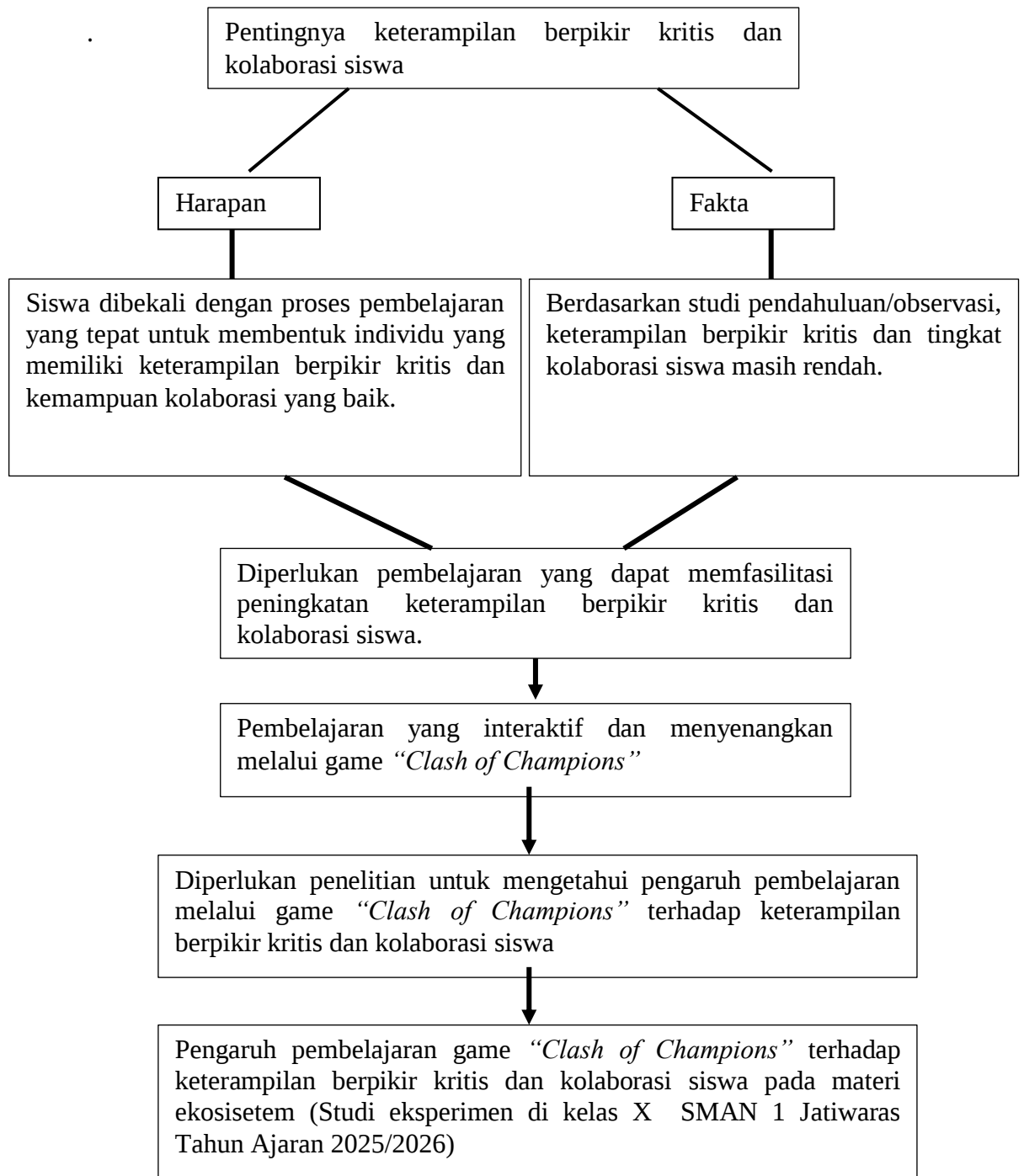
2.3 Kerangka Konseptual

Keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi merupakan dua kemampuan penting yang harus diberdayakan di sekolah karena menjadi bagian dari keterampilan abad ke-21 yang mendukung peserta didik dalam menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Melalui keterampilan berpikir kritis, peserta didik dilatih untuk menganalisis permasalahan, menilai informasi berdasarkan bukti, serta mengambil keputusan secara rasional. Sementara itu, keterampilan kolaborasi menuntut kemampuan bekerja sama, menghargai pendapat, dan berkontribusi dalam mencapai tujuan bersama.

Namun, di sekolah SMA Negeri 1 Jatiwaras keterampilan tersebut belum berkembang secara optimal. Proses pembelajaran masih berpusat pada guru, bersifat satu arah, dan kurang memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam menganalisis permasalahan atau bekerja sama dengan teman sekelas. Selain itu, media pembelajaran yang digunakan cenderung monoton dan belum memanfaatkan teknologi digital secara maksimal untuk menciptakan suasana belajar yang menarik dan kolaboratif. Akibatnya, siswa menjadi pasif, kurang terlibat dalam diskusi, dan belum terbiasa berpikir kritis dalam memahami materi biologi, khususnya pada topik ekosistem yang

membutuhkan analisis dan kerja sama dalam mengaitkan konsep dengan fenomena lingkungan.

Sebagai upaya mengatasi hal tersebut, diterapkan metode *Game Based Learning* (GBL) *Clash of Champions*. Metode ini mengintegrasikan unsur permainan dengan latihan interaktif digital untuk menciptakan pembelajaran yang menyenangkan, kompetitif, sekaligus kolaboratif. Melalui kegiatan ini, siswa diharapkan lebih aktif menganalisis informasi, berpikir kritis dalam memecahkan tantangan, serta bekerja sama dengan kelompok dalam mencapai kemenangan permainan. Metode *Game Based Learning* diperkirakan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi peserta didik pada materi ekosistem di kelas X SMA Negeri 1 Jatiwaras tahun ajaran 2025/2026.



Gambar 2. 12 Kerangka Konseptual
Sumber: Penulis

2.4 Hipotesis Penelitian

Agar penelitian lebih terarah, maka dirumuskan hipotesis yang menguji adanya pengaruh dari perlakuan berbeda yang diberikan dalam penelitian ini.

Ha₁: Terdapat pengaruh *Game Based Learning clash of champions* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem

Ha₂: Terdapat pengaruh *Game Based Learning game clash of champions* terhadap keterampilan kolaborasi siswa pada materi ekosistem