

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. *Concept Attainment Model*

Model pembelajaran adalah kerangka kerja yang membantu guru dalam merencanakan semua kegiatan pembelajaran dari awal hingga akhir proses pembelajaran (Hayani, 2020). Dengan memilih model pembelajaran yang sesuai, guru dapat meningkatkan mutu pembelajaran dan mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan. Salah satu contoh model pembelajaran yang bisa digunakan adalah *concept attainment model*, yang membantu peserta didik dalam mengidentifikasi dan menjelaskan elemen-elemen suatu konsep. *Concept Attainment Model* memberikan pemahaman tentang konsep dasar materi yang sedang diajarkan, sehingga membantu peserta didik memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep tersebut (Anggraini, & Wahyuni, 2021).

Concept Attainment Model juga mendorong peserta didik untuk mengaplikasikan keterampilan berpikir kritis dan belajar secara mandiri dalam memahami konsep. Melalui berbagai aktivitas, peserta didik dapat membangun pengetahuan mereka sendiri dan meningkatkan pemahaman terhadap konsep yang abstrak (Fahrurrozi et al., 2022). *Concept Attainment Model* terbukti efektif dalam membantu peserta didik memahami konsep dalam berbagai bidang seperti sains, matematika, sosial, dan humaniora (Ifrianti et al., 2019). Model pembelajaran ini dirancang untuk memungkinkan peserta didik memahami ide-ide penting dengan efektif dan akurat (Sijabat et al., 2019).

Concept Attainment Model membantu peserta didik dari berbagai tingkatan usia untuk memahami konsep dengan lebih baik serta belajar cara menguji hipotesis. Model ini menggunakan pendekatan deduktif, di mana peserta didik belajar dari contoh-contoh spesifik untuk menarik kesimpulan umum (Asy'ari et al., 2022). Meskipun guru mengatur alur kegiatan, peserta didik memiliki kesempatan untuk berdialog dan bertukar ide secara bebas pada fase tertentu. Guru merancang kegiatan pembelajaran yang memfasilitasi interaksi antar peserta didik. Dengan peningkatan pengalaman belajar bersama, diharapkan peserta didik akan

lebih aktif dalam menemukan pengetahuan secara kolaboratif (Kuway *et al.*, 2023). Guru memanfaatkan data untuk mendemonstrasikan konsep kepada peserta didik, di mana guru memberikan contoh-contoh spesifik untuk kemudian menarik kesimpulan umum. Model ini dibuat untuk menyusun data dengan efektif sehingga konsep-konsep utama dapat dipahami dengan baik dan efisien (Handayani & Hidayati, 2020) . Tujuan dari Model Pemahaman Konsep adalah untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Keuntungan dari model ini meliputi peningkatan kemampuan berpikir kritis, kemampuan komunikasi matematis, dan kemampuan dalam menyelesaikan masalah (Razi *et al.*, 2022).

Concept Attainment Model dirancang dengan prosedur sistematis dan terstruktur, bukan berdasarkan faktor-faktor yang berbeda atau fakta yang sudah ada, untuk mendukung peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang terdefinisi dengan jelas (Fahrurrozi *et al.*, 2022). Model ini terdiri dari empat langkah utama yakni (1) Menyajikan contoh (2) Mengembangkan dan menganalisis hipotesis (3) Menarik kesimpulan (penutup) dan (4) Menerapkan konsep (aplikasi) (Sukardjo & Salam, 2020). Langkah-langkah ini dijelaskan di bawah ini, dan juga disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Peran guru dan peran peserta didik pada *Concept Attainment Model*

Langkah-langkah <i>Concept Attainment Model</i>	Peran Guru	Peran Peserta Didik
<i>Presentation of examples</i>	Guru menyajikan contoh-contoh dan bukan contoh dan kemudian meminta peserta didik untuk membuat hipotesis dari konsep tersebut.	Para peserta didik mencatat atribut contoh dan bukan contoh.
<i>Formation and analysis of hypotheses</i>	Guru meminta peserta didik untuk memeriksa hipotesis mereka, memverifikasi atau menyangkal hipotesis mereka, dan kemudian menantang peserta didik untuk mendukung hipotesis mereka dengan data (atribut). Tips untuk guru: bantu analisis peserta didik dengan mengajukan pertanyaan sebagai contoh dan bukan contoh yang disajikan. Pastikan untuk meminta	Para peserta didik membentuk dan mencatat hipotesis tentang konsep tersebut. Mereka juga harus memperkuat hipotesis mereka dengan data dari contoh dan bukan contoh.

Langkah-langkah <i>Concept Attainment Model</i>	Peran Guru	Peran Peserta Didik
	peserta didik mencatat atribut-atribut penting yang mereka identifikasi, sehingga mereka siap untuk memperkuat hipotesis mereka dengan data ini.	
<i>Closure</i>	Guru meminta peserta didik untuk merangkum atribut-atribut penting dari konsep tersebut, merumuskan definisi konsep, dan kemudian merefleksikan seluruh proses pencapaian konsep. Tips untuk guru: Pastikan bahwa peserta didik memiliki hipotesis yang benar dan bahwa mereka telah membuktikan hipotesis mereka dengan mengacu pada data (contoh dan bukan contoh) yang disajikan.	Peserta didik mengembangkan definisi konsep berdasarkan atribut-atribut kritisnya. Mereka kemudian merefleksikan proses pencapaian konsep dengan mencatat ide-ide tentang apa dan bagaimana konsep itu dipelajari.
<i>Application</i>	Guru meminta peserta didik untuk menerapkan pengetahuan mereka dalam situasi baru. Tips untuk guru: berikan peserta didik untuk mendemonstrasikan pembelajaran mereka.	Peserta didik menerapkan pengetahuan mereka dengan mencari, mengubah, atau membuat contoh dan bukan contoh lain.

(Sukardjo & Salam, 2020)

Implementasi Model Pembelajaran *Concept Attainment* melibatkan serangkaian langkah, seperti perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan lembar pengamatan aktivitas peserta didik dan tes hasil belajar (Sukardjo & Salam, 2020). Penelitian menemukan bahwa model ini memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik dan meningkatkan kemampuan analisis dan evaluasi mereka (Asy'ari *et al.*, 2022).

Menurut M.More (2023), *concept attainment model* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui beberapa cara:

- 1) Menganalisis informasi secara hati-hati, membedakan antara fakta dan opini, serta mengenali hubungan antara konsep-konsep yang ada. Proses pengelompokan informasi berdasarkan persamaan dan perbedaan mendorong

peserta didik untuk mensintesis informasi, menarik kesimpulan, dan membangun pemahaman.

- 2) Melalui kegiatan pengelompokan, peserta didik secara aktif membandingkan dan membedakan ciri-ciri konsep, mengidentifikasi persamaan dan perbedaan, serta membentuk kategori yang memiliki makna. Ini membantu melatih kemampuan peserta didik untuk membedakan informasi yang penting dan tidak penting.
- 3) Mendefinisikan konsep dan menerapkannya dalam situasi baru, peserta didik didorong untuk mengevaluasi validitas informasi, mempertimbangkan berbagai sudut pandang, dan menyusun argumen yang logis. Proses ini membantu peserta didik mengasah keterampilan evaluasi informasi secara kritis, memberikan justifikasi untuk pemikiran mereka, dan membuat keputusan yang terinformasi.
- 4) Mendorong kerja sama dan kolaborasi antar peserta didik dalam kegiatan pengelompokan dan diskusi. Peserta didik perlu berkomunikasi secara efektif, menukar ide, dan mencapai kesepakatan bersama. Ini membantu melatih kemampuan mereka untuk bekerja sama dalam tim, mendengarkan dengan penuh perhatian, dan menyampaikan pemikiran mereka dengan jelas.
- 5) Tidak membatasi peserta didik pada satu jawaban yang benar. Mereka didorong untuk menjelajahi berbagai kemungkinan, mempertimbangkan alternatif, dan menciptakan solusi kreatif untuk masalah yang diberikan.

Concept Attainment model telah terbukti sebagai metode pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis (Sukardjo & Salam, 2020). Dengan menggunakan pendekatan pembelajaran yang terstruktur dan interaktif, model ini mendorong peserta didik untuk mengkaji informasi, membandingkan serta membedakan, mengevaluasi dan memberikan justifikasi, berkolaborasi, dan mengembangkan kemampuan berpikir kreatif (Yudiono & Firdaus, 2023).

2. *Wordwall*

Menurut Ningtyas & Ninawati (2021), *wordwall* adalah sebuah *platform online* yang menyediakan fitur-fitur untuk membuat kuis dan penilaian yang interaktif dan menarik. Salwa *et al* (2024) mengungkapkan bahwa pemilihan media yang menarik bisa meningkatkan semangat dan minat peserta didik terhadap pembelajaran, dengan memanfaatkan konsep belajar sambil bermain. Mukarramah & Riadin (2022) menjelaskan bahwa *wordwall* adalah *platform* pembelajaran digital yang menawarkan permainan edukatif dengan elemen kuis menarik seperti gambar bergerak, warna, dan suara. *Wordwall* merupakan aplikasi yang dirancang khusus untuk membantu murid belajar dengan menyediakan berbagai sumber belajar, media pembelajaran, dan alat penilaian. *Wordwall* tidak hanya menyediakan berbagai sumber belajar dan alat penilaian, tetapi juga memberikan inspirasi melalui contoh kreasi guru untuk membuat konten sendiri. Wafiqni & Putri (2021) menambahkan bahwa *wordwall* mudah digunakan oleh peserta didik melalui perangkat dan komputer mereka sendiri. Menurut Fajriana *et al* (2023), penelitian menunjukkan bahwa *wordwall* dapat mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis serta analitis dalam memahami informasi, memberikan implikasi penting bagi guru dan pengembang pembelajaran.

Wordwall telah menjadi platform pembelajaran digital yang populer di kalangan guru dan peserta didik karena berbagai kelebihannya (Riska *et al.*, 2024). Berikut beberapa kelebihan yang dimiliki oleh *wordwall*.

- 1) *Wordwall* menyediakan kegiatan interaktif seperti teka-teki silang, kuis, dan permainan kata yang membuat proses belajar lebih menyenangkan dan menghindarkan kebosanan.
- 2) Fitur poin, rencana, dan papan peringkat dirancang untuk menginspirasi peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran mereka melalui penyelesaian aktivitas tersebut.
- 3) *Wordwall* memungkinkan peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dalam pembelajaran melalui penyelesaian tugas, berdiskusi, dan berkolaborasi dengan rekan sekelas mereka.

- 4) Dapat belajar secara mandiri dengan mengakses aktivitas *wordwall* di mana pun dan kapan pun mereka berada.
- 5) Umpan balik instan yang diberikan pada aktivitas *wordwall* membantu peserta didik untuk mengenali area-area yang perlu diperbaiki dan meningkatkan pemahaman mereka.
- 6) Antarmuka yang sederhana membuat *wordwall* mudah digunakan oleh guru maupun peserta didik, tanpa memerlukan keahlian teknis yang rumit.
- 7) Fitur *custom* memungkinkan guru untuk membuat aktivitas yang cocok dengan gaya belajar dan minat pribadi peserta didik.
- 8) Selain itu, *wordwall* menawarkan berbagai tingkat kesulitan pada aktivitasnya, memberi kesempatan pada guru untuk menyesuaikan pembelajaran sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan belajar masing-masing peserta didik.

Wordwall telah terbukti sebagai sebuah platform pembelajaran digital yang efektif dan bermanfaat dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Dengan fitur-fitur unggulannya, *wordwall* dapat membantu guru menciptakan pengalaman belajar yang menarik, interaktif, dan berfokus pada kebutuhan peserta didik. Ini tidak hanya meningkatkan pemahaman tentang konsep-konsep pembelajaran, tetapi juga mengembangkan berbagai keterampilan dan mendorong motivasi peserta didik untuk belajar dengan semangat lebih besar (Wa'alin *et al.*, 2023).

Adapun langkah-langkah penggunaan dari media *wordwall* ini yaitu:

- 1) Langkah pertama, akses halaman <https://wordwall.net/myactivities>. Kemudian, lengkapi data diri dengan informasi yang akurat. Setelah itu, Anda sudah siap untuk memulai menggunakan *wordwall* untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan menyenangkan..
- 2) Setelah mendaftar, Anda akan diarahkan ke tampilan awal *wordwall*. Klik tombol 'Buat Aktivitas Pertama Sekarang' untuk memulai proses.
- 3) Berikutnya, pilih *template* atau jenis aktivitas yang ingin Anda buat sesuai dengan kreativitas yang diinginkan.
- 4) Setelah memilih konten yang tepat, buatlah judul dan deskripsi untuk konten yang akan Anda buat di *web wordwall*.
- 5) Terakhir, klik “*Done*” setelah selesai membuat konten di *wordwall* untuk menyelesaikan proses.



Gambar 2.1 Halaman *Group Sort* Wordwall
(Sumber: assets-a1.kompasiana.com, 2022)

3. Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis pada era ke-21 menjadi keterampilan yang sangat penting bagi generasi muda untuk menghadapi tantangan, menemukan solusi, dan bersaing dalam konteks globalisasi yang dinamis (Saputra *et al.*, 2019). Pembelajaran di abad ini tidak hanya membutuhkan kemampuan mengingat, tetapi juga kemampuan berpikir kritis yang memungkinkan peserta didik untuk menganalisis, memecahkan masalah, mengidentifikasi isu, dan membuat kesimpulan. Dengan demikian, mereka perlu mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara mendalam dan luas agar dapat memberikan kontribusi yang efektif dalam berbagai situasi (Permatasari *et al.*, 2022).

Berbicara tentang kemampuan berpikir kritis, ini adalah proses aktif untuk mengevaluasi informasi secara objektif dan mendalam. Proses ini meliputi penguraian informasi, evaluasi keakuratan dan relevansi, serta penarikan kesimpulan atas makna yang terkandung di dalamnya (Cahyani *et al.*, 2020). Keterampilan ini membantu peserta didik menjadi pembelajar mandiri dan efektif dengan memungkinkan mereka untuk memahami informasi secara lebih mendalam, meningkatkan kemampuan berpikir logis, dan menemukan solusi kreatif dalam menyelesaikan masalah (Miswari *et al.*, 2020). Individu yang mahir dalam berpikir kritis mampu mengidentifikasi akar permasalahan, merumuskan solusi, dan memilih tindakan yang paling tepat untuk mengatasi situasi yang dihadapi di lingkungan sekitarnya (Astiantari *et al.*, 2022).

Tujuan berpikir kritis adalah untuk meningkatkan pemahaman yang lebih jelas dan lebih akurat tentang situasi atau masalah yang dihadapi. Proses berpikir kritis

melibatkan pengumpulan informasi yang relevan, analisis bukti dan argumen yang ada, serta pertimbangan berbagai perspektif untuk mencapai kesimpulan yang terbaik dan paling efektif (Rahardhian, 2022). Menurut Saputra (2019), tujuan dari berpikir kritis mencakup beberapa aspek berikut ini.

- 1) Mendukung dalam mencapai keputusan yang optimal
- 2) Meningkatkan kemampuan logika dan evaluasi
- 3) Membantu dalam menyusun kesimpulan yang logis dan rasional
- 4) Meningkatkan kemampuan kemampuan mengevaluasi informasi
- 5) Membantu meningkatkan efektivitas dan produktivitas individu
- 6) Membantu dalam mengidentifikasi dan memecahkan masalah
- 7) Meningkatkan kemampuan integrasi berbagai sumber pengetahuan
- 8) Membantu dalam pengembangan kemampuan berpikir analitis.

Menurut Firdaus (2019) Ennis menegaskan bahwa untuk memiliki kemampuan berpikir kritis yang baik, seseorang perlu menguasai 12 aspek yang tergabung dalam lima dimensi kemampuan berpikir kritis. Penelitian ini menggunakan indikator-indikator berpikir kritis berdasarkan kerangka kerja Ennis untuk menilai kemampuan berpikir kritis peserta didik, seperti memberikan penjelasan yang jelas, membangun keterampilan dasar, membuat kesimpulan, memberikan penjelasan tambahan, serta merencanakan strategi dan taktik.

Tabel 2.2 Indikator Berpikir Kritis

No.	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator
1	Melakukan klarifikasi dasar terhadap masalah	<ul style="list-style-type: none"> • Memahami masalah dengan cermat • Menganalisis sudut pandang • Bertanya dan menjawab pertanyaan yang mengklarifikasi dan menantang
2	Mengumpulkan informasi dasar	<ul style="list-style-type: none"> • Mempertimbangkan kredibilitas berbagai sumber informasi • Mengumpulkan dan menilai informasi
3	Membuat inferensi	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat dan menilai deduksi dengan mengungkapkan informasi yang ada • Membuat dan menilai induksi • Membuat dan menilai pertimbangan yang bermanfaat
4	Memberikan penjelasan lanjut	<ul style="list-style-type: none"> • Mendefinisikan istilah dan menentukan definisi jika diperlukan • Mengidentifikasi asumsi

No.	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator
5	Membuat dan mengomunikasikan kesimpulan yang terbaik	<ul style="list-style-type: none"> • Menentukan sebuah tindakan • berinteraksi bersama orang lain

(Anwar *et al.*, 2020)

Menurut Syafitri *et al.* (2021), ada beberapa metode dan instrumen umum yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis pada peserta didik.

- 1) Tes pilihan ganda di mana peserta didik diminta memilih jawaban yang paling sesuai dari beberapa opsi yang ada.
- 2) Tes MCR (*Multiple-Choice With Reason*) yakni jenis tes yang mengharuskan peserta didik tidak hanya memilih jawaban yang tepat tetapi juga memberikan alasan yang terbatas untuk pilihan mereka. Tes ini digunakan untuk mengevaluasi kemampuan berpikir kritis melalui interaksi antara proses berfikir dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk mengatasi tantangan yang rumit.
- 3) Tes esai adalah bentuk evaluasi yang meminta peserta didik untuk menulis jawaban dalam bentuk naratif atau eksplanatif yang lebih luas. Peserta didik harus tidak hanya memilih jawaban yang tepat tetapi juga menjelaskan alasan di balik pilihannya, yang memungkinkan penilaian kemampuan berpikir kritis mereka.
- 4) Penilaian proyek adalah teknik penilaian yang melibatkan peserta didik dalam menyelesaikan masalah rumit dengan memanfaatkan berbagai sumber pengetahuan dan berpikir secara kritis dalam konteks proyek yang lebih luas.
- 5) Observasi merupakan alat evaluasi yang melibatkan guru sebagai pengamat yang memantau dan mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik secara *real-time* saat pembelajaran berlangsung.

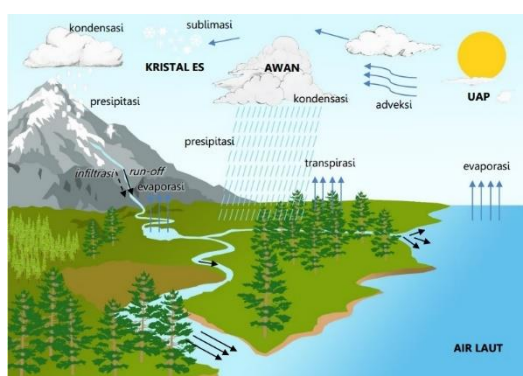
Dalam mengukur kemampuan berpikir kritis, penting untuk memilih metode dan instrumen yang sesuai dengan tujuan dan materi yang dipelajari. Selain itu, juga perlu memperhatikan reliabilitas dan validitas instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik (Sadeli, 2023).

4. Materi Daur Biogeokimia

1) Daur air

Siklus air memiliki karakteristik yang berbeda dengan siklus biogeokimia lainnya. Perbedaan utamanya terletak pada dominasi proses fisik daripada kimia dalam aliran air. Paparan sinar matahari menyebabkan penguapan air dari permukaan bumi, yang disebut evapotranspirasi (Lestari *et al.*, 2020). Uap air yang terbentuk dapat membentuk awan dinamis yang bergerak melalui udara karena perbedaan suhu atau pengaruh angin. Ketika suhu udara turun, uap air dalam awan dapat mengembun menjadi titik-titik air kecil yang akhirnya jatuh sebagai hujan. Air hujan kemudian meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi, baik secara vertikal maupun horizontal, dengan daerah bervegetasi cenderung memiliki tingkat infiltrasi yang lebih tinggi (Mentari *et al.*, 2023).

Setelah infiltrasi, air tanah akan mengalir ke bawah karena gaya gravitasi, proses ini disebut perkolasi. Sebagian air tanah diserap oleh tumbuhan untuk fotosintesis, sementara sisanya terus bergerak ke lapisan bawah tanah melalui perkolasi (Afandi, 2021). Air tanah yang muncul di permukaan sebagai mata air, sumur, danau, atau sungai penting bagi kehidupan hewan dan manusia. Sungai mengalir ke arah yang lebih rendah dan akhirnya menuju laut, di mana laju evaporasi melebihi curah hujan. Di daratan, curah hujan biasanya lebih besar daripada laju evaporasi dan transpirasi (Lestari *et al.*, 2020).



Gambar 2. 2 Daur air

(sumber: materikimia.com, 2021)

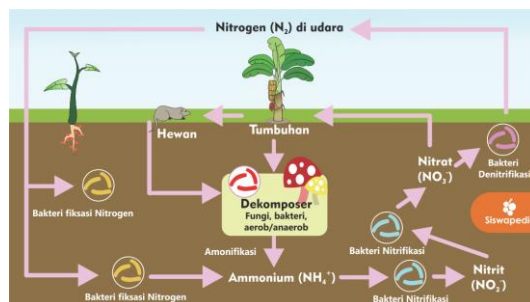
2) Daur nitrogen

Nitrogen adalah elemen yang sangat penting untuk sintesis protein dan asam nukleat seperti DNA dan RNA, dengan sumber utamanya berupa N_2 di atmosfer. Namun, kebanyakan organisme, termasuk tumbuhan dan hewan, tidak dapat

langsung menggunakan N_2 bebas di udara dan memerlukan konversi sebelum dapat dimanfaatkan (Mentari *et al.*, 2023). Tumbuhan mengambil nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3) melalui akar mereka untuk pertumbuhan dan sintesis protein nabati. Proses pengubahan nitrogen atmosfer menjadi nitrat dapat terjadi melalui proses biologis, termasuk oleh bakteri dan ganggang hijau-biru seperti *Azotobacter* dan *Rhizobium leguminosarum* yang bersimbiosis dengan tumbuhan legum. (Umi, 2022).

Setelah diserap oleh tumbuhan, nitrat digunakan untuk sintesis protein nabati yang kemudian dikonsumsi oleh herbivora. Ketika tumbuhan dan hewan mati, mikroorganisme seperti jamur pelapuk dan bakteri menguraikan protein menjadi amonia dan asam amino. Proses ini dikenal sebagai amonifikasi, yang dilakukan oleh bakteri seperti *Bacillus subtilis* dan *Bacillus mesentericus* (Lestari *et al.*, 2020). Selanjutnya, amonia diubah menjadi nitrit oleh bakteri seperti *Nitrosococcus* dan *Nitrosomonas*, dan nitrit kemudian diubah menjadi nitrat oleh bakteri seperti *Nitrobacter*. Meskipun sebagian nitrat diserap oleh tumbuhan, sebagian lainnya dapat mengalami denitrifikasi oleh bakteri seperti *Pseudomonas denitrificans* dan *Micrococcus*, yang mengubah nitrat kembali menjadi gas nitrogen (N_2) yang dilepaskan ke atmosfer (Umi, 2022).

Nitrogen di atmosfer juga dapat terikat secara elektrokimia melalui energi petir, membentuk nitrogen dioksida yang kemudian bereaksi dengan air untuk membentuk nitrat yang dapat diserap oleh tumbuhan. Nitrat ini dapat kembali diubah menjadi gas nitrogen melalui denitrifikasi atau akumulasi dalam endapan (Wahyudi, 2020). Aktivitas manusia seperti pemupukan dan pembakaran bahan bakar fosil juga memengaruhi daur nitrogen dengan meningkatkan masukan nitrogen reaktif ke dalam ekosistem darat dan laut. Aktivitas ini dapat memiliki dampak signifikan terhadap siklus nitrogen, mempengaruhi ketersediaan nitrogen bagi tanaman dan lingkungan secara keseluruhan (Hutchins & Capone, 2022).

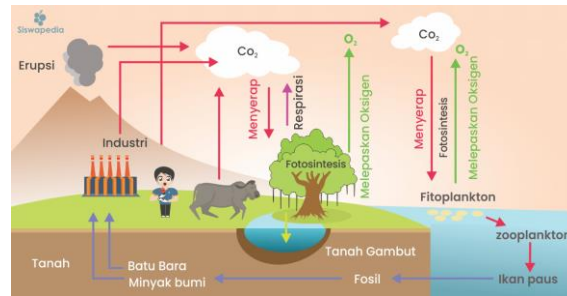


Gambar 2.3 Daur nitrogen
(Sumber: [peserta didikpedia.com](https://www.didikpedia.com), 2020)

3) Daur karbon

Daur karbon adalah sistem dinamis yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk aktivitas manusia, proses alami, dan perubahan iklim. Memahami daur karbon sangat penting dalam menangani pemanasan global dan perubahan iklim, karena hal ini memungkinkan ilmuwan dan pembuat kebijakan untuk memprediksi dampak dari aktivitas manusia terhadap iklim bumi (Edy & Nanik, 2021). Karbon di atmosfer terutama berada dalam bentuk karbondioksida (CO_2), sebuah senyawa anorganik. Di ekosistem darat dan air, CO_2 ini diubah menjadi senyawa organik oleh organisme fotosintetik melalui proses fotosintesis, yang menggunakan energi cahaya matahari untuk menghasilkan senyawa organik. Energi biokimia yang tersimpan dalam senyawa karbon organik ini digunakan oleh produsen untuk keperluan fisiologis melalui respirasi, dengan sebagian karbon organik tersebut diambil oleh konsumen melalui rantai makanan. Proses respirasi yang dilakukan oleh produsen dan konsumen menghasilkan CO_2 yang dilepaskan ke atmosfer (Wahyudi, 2020).

Ketika produsen dan konsumen mati, organisme pengurai seperti bakteri dan jamur mendekomposisi senyawa karbon organik dalam tubuh mereka. Proses ini melepaskan CO_2 ke atmosfer atau air. Sebagian besar bahan organik bisa terurai dengan cepat, sementara beberapa bahan organik seperti batu kapur ($CaCO_3$), arang, atau minyak bumi (bahan bakar fosil) memerlukan waktu lama untuk terbentuk. Pembakaran bahan bakar fosil akan melepaskan CO_2 kembali ke atmosfer (Umi, 2022).



Gambar 2.4 Daur karbon
(Sumber: [kompas.com](https://www.kompas.com), 2022)

4) Daur fosfor

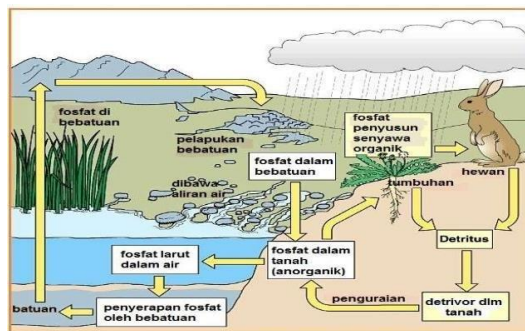
Fosfor dalam ekosistem berasal dari proses pelapukan batuan mineral seperti batu fosfat dan juga dari penguraian sisa-sisa makhluk hidup oleh mikroorganisme. Tumbuhan menyerap fosfor dalam bentuk fosfat anorganik seperti H_2PO_4 , HPO_4 , dan PO_4 . Meskipun fosfor tersedia dalam jumlah besar di alam, ketersediaannya bagi tumbuhan terbatas karena terikat secara kimia dengan unsur lain sehingga sulit larut dalam air. Sebagai hasilnya, petani menggunakan pupuk fosfat untuk memenuhi kebutuhan fosfor tanaman (Umi, 2022).

Daur fosfor terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

- 1) Penambangan: Fosfor diperoleh melalui ekstraksi batuan fosfat, yang terbentuk dari endapan fosil dan sisa-sisa organisme laut yang mengendap selama jutaan tahun.
- 2) Pelapukan: Air dan angin mengikis batuan fosfat, menyebabkan pelepasan fosfat yang kemudian masuk ke dalam tanah dan air.
- 3) Asimilasi: Tumbuhan menyerap fosfat dari tanah dan air untuk mendukung pertumbuhan dan reproduksi mereka.
- 4) Konsumsi: Hewan memperoleh fosfor dengan memakan tumbuhan atau hewan lain yang mengandung fosfat.
- 5) Ekskresi: Hewan membuang sisa fosfor yang tidak digunakan melalui kotoran mereka, mengembalikannya ke lingkungan.
- 6) Dekomposisi: Organisme yang mati diurai oleh dekomposer, proses ini mengembalikan fosfat ke tanah dan air.
- 7) Presipitasi: Fosfat dalam air dapat mengendap dan terakumulasi di dasar laut dan danau.

8) Pengangkatan geologis: Proses geologi mengangkat sedimen laut dan danau ke permukaan bumi, mengembalikan fosfat ke dalam tanah.

Kegiatan manusia, seperti penggunaan pupuk fosfat dan deterjen, dapat mempercepat siklus fosfor. Hal ini berpotensi menyebabkan eutrofikasi, yang mengganggu keseimbangan ekosistem air. Penting untuk menjaga keseimbangan siklus fosfor agar kehidupan di bumi tetap berkelanjutan (Lestari *et al.*, 2020).



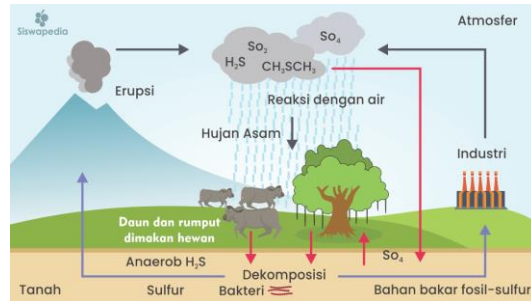
Gambar 2.5 Daur fosfor
(sumber: [researchgate.net](https://www.researchgate.net), 2019)

5) Daur sulfur

Sulfur dapat hadir dalam dua bentuk utama di atmosfer: sulfur dioksida (SO_2) dan hidrogen sulfida (H_2S). Sumber utama SO_2 termasuk aktivitas gunung berapi, pembakaran bahan bakar fosil, asap kendaraan bermotor, dan industri. Hidrogen sulfida, di sisi lain, dilepaskan dari proses pembusukan bahan organik di tanah dan air oleh bakteri dan jamur pengurai. Oleh karena itu, sulfur hadir dalam berbagai bentuk dan berasal dari berbagai sumber di atmosfer (Umi, 2022). Organisme seperti *Aspergillus*, *Neurospora*, dan bakteri *Escherichia* berperan sebagai pengurai yang menguraikan bahan organik dan menghasilkan hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida ini kemudian teroksidasi di atmosfer menjadi sulfat. Gas sulfat ini turut masuk ke dalam tanah bersama dengan hujan. Jika konsentrasi gas sulfat di udara tinggi, hujan yang terjadi dapat menjadi sangat asam, yang dikenal sebagai hujan asam. (Wahyudi, 2020).

Di tanah, H_2S dapat teroksidasi menjadi sulfur (S) dan selanjutnya diubah oleh bakteri *Thiobacillus* menjadi sulfat (SO_4). Sulfat ini dapat dikembalikan menjadi H_2S oleh bakteri lain. Meskipun belerang ada dalam berbagai bentuk di tanah, tumbuhan hanya menyerap sulfat (SO_4) dari tanah. Siklus sulfur merupakan proses biogeokimia penting yang dipengaruhi secara signifikan oleh aktivitas mikroba,

melibatkan transformasi senyawa sulfur anorganik dan organik serta regulasi gen oksidasi sulfur dalam berbagai organisme. Siklus ini memainkan peran krusial dalam sifat biosfer dan terus memengaruhi geokimia saat ini (Mentari *et al.*, 2023).



Gambar 2.6 Daur sulfur
(Sumber: [peserta didikpedia.com](https://www.didikpedia.com), 2020)

B. Hasil Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang sesuai terhadap pengkajian itu bisa ditinjau pada tabel berikut:

Tabel 2. 3 Hasil Penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti / Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1.	Anggraini, L. M., Wahyuni, A. (2021)	<i>The Effect of Concept Attainment Model on Mathematical Critical Thinking Ability</i>	Universitas Islam Riau	Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimen. Pemilihan sampel penelitian untuk kuasi eksperimen ini adalah dua kelompok subjek yang diacak secara acak hanya untuk post-test dengan desain desain faktorial 2 x 3.	Perbedaan dalam kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik yang belajar melalui model concept attainment dan konvensional dapat dilihat dari kemampuan awal matematis mereka. Dalam hal ini, kemampuan awal matematis peserta didik yang belajar dengan model concept attainment dan konvensional berbeda dalam mempengaruhi kemampuan berpikir kritis matematis peserta didik.

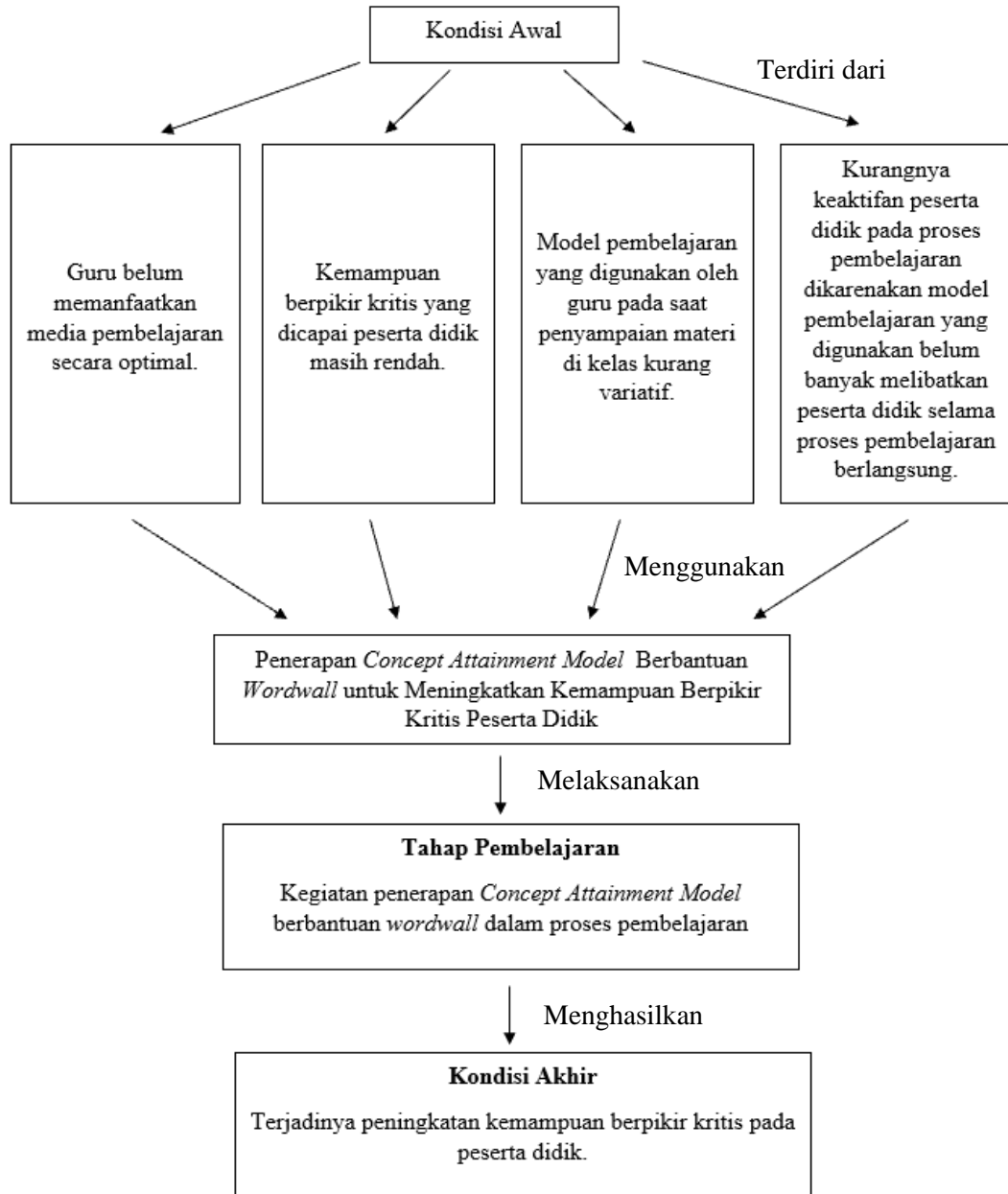
No	Nama Peneliti / Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
2.	Asy'ariAsy'ari , Wiwi Wikanta, & Mulya Fitrah Juniawan (2022)	<i>Concept Attainment Model (CAM) in Empowering Critical Thinking Skills and Mastery of Concepts for High School Students</i>	SMA Muhammadiyah 7 Surabaya	Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuasi eksperimen dengan desain yang melibatkan kelompok kontrol yang tidak homogen. Kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tidak dipilih secara random dan dipengaruhi oleh <i>pretest</i> , perlakuan, dan <i>posttest</i> .	Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa <i>Concept Attainment Model (CAM)</i> berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil uji t menunjukkan angka $0,000 < 0,05$ dalam berpikir kritis.
3.	Munir, Afriansyah, D., Sundari, D. (2017)	Pengaruh Pembelajaran <i>Concept Attainment Model (CAM)</i> Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik Di SMA Nahdatul Ulama (NU) Palembang	SMA Nahdatul Ulama (NU) Palembang	Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen semu yang memiliki desain <i>pretest-posttest control group</i> . Dua kelas dipilih secara random, dengan satu kelas sebagai kelas eksperimen dan satu kelas sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen akan menggunakan Model Pembelajaran <i>Concept Attainment Model (CAM)</i> , sedangkan kelas kontrol menggunakan metode pembelajaran yang biasa.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Model Pembelajaran <i>Concept Attainment Model (CAM)</i> memiliki potensi sebagai model pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis di kalangan peserta didik. Dengan menggunakan CAM, peserta didik dapat lebih aktif dalam proses pembelajaran, meningkatkan kemampuan berpikir kritis, dan menyelesaikan masalah secara mandiri.

No	Nama Peneliti / Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
4.	D. Susiati, M. Ibrahim, dan U. Azizah. (2021)	Perubahan Profil Konsepsi IPA Peserta Didik Melalui Model Modifikasi CAM (<i>Concept Attainment Model</i>) Di SDN Pacarkembang I/92 Surabaya	SDN Pacarkembang I/192 Surabaya	Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan desain <i>pre-experimental one group pretest-posttest</i> untuk mengembangkan dan menguji efektivitas perangkat pembelajaran yang dirancang untuk mengatasi miskonsepsi.	Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa model modifikasi <i>Concept Attainment Model</i> (CAM) dapat meningkatkan profil konsepsi IPA di kelas IV SDN Pacarkembang I/192 Surabaya. Dapat dikatakan bahwa model modifikasi CAM memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran, berpikir kritis, dan menemukan sendiri konsep-konsep IPA. Dengan demikian, model modifikasi CAM dapat membantu meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami IPA secara lebih efektif.

No	Nama Peneliti / Tahun	Judul	Tempat Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
5.	Supriatan, A., Y., Surahman, E., Suharsono. (2019)	Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Pembelajaran Dengan Model <i>Concept Attainment</i> dan Model <i>Inductive Thinking</i> Materi Pencemaran Lingkungan	MAN Awipari Kota Tasikamalaya	Penelitian ini menggunakan desain eksperimen kuantitatif dengan <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> untuk menguji efektivitas <i>Concept Attainment Model</i> dibandingkan model MIT dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep IPA.	Dalam penelitian ini, hasil menunjukkan bahwa model CAM efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis di kalangan peserta didik dalam materi pencemaran lingkungan. Model CAM memungkinkan peserta didik untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran, membangun kemampuan berpikir kritis, dan menemukan konsep pencemaran lingkungan secara mandiri. Dengan demikian, model CAM dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang lebih baik dalam materi pencemaran lingkungan.

C. Kerangka Pemikiran

Kerangka berpikir pada penelitian bisa ditinjau pada bagan di bawah ini:



Bagan 2.1 Penerapan *Concept Attainment Model* Berbantuan *Wordwall* Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

D. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi

Melalui aplikasi *concept attainment model* dalam proses pembelajaran, peserta didik dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Dalam tahapan pembelajaran, peserta didik diharapkan berperan aktif dalam aktivitas pembelajaran. Hal ini memiliki implikasi yang signifikan terhadap topik yang dipelajari. Oleh karena itu, peserta didik menjadi lebih aktif dan lebih fokus dalam proses pembelajaran yang menggunakan *concept attainment model* dengan bantuan *wordwall*.

2. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan asumsi, maka dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

- a. H_0 = Pembelajaran menggunakan *concept attainment model* berbantuan *wordwall* tidak dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.
- b. H_a = Pembelajaran menggunakan *concept attainment model* berbantuan *wordwall* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.