

BAB 2

TINJAUAN TEORETIS

2.1. Kajian Pustaka

2.1.1. Keterampilan Proses Sains

2.1.1.1. Pengertian Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains merupakan salah satu keterampilan yang harus dilatihkan kepada peserta didik supaya lebih aktif dalam mengikuti proses pembelajaran. Menurut Rustaman, (2005:25) Keterampilan proses sains merupakan semua keterampilan yang diperlukan untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA, baik berupa keterampilan intelektual, keterampilan fisik (manual) maupun keterampilan sosial. Keterampilan intelektual terlibat karena dengan melakukan keterampilan proses peserta didik menggunakan pikirannya. Keterampilan manual jelas terlibat dalam keterampilan proses karena mereka melibatkan penggunaan alat dan bahan, pengukuran, penyusunan atau perakitan alat. Dengan keterampilan sosial dimaksudkan bahwa mereka berinteraksi dengan sesamanya dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar.

Menurut Semiawan, (1992) Keterampilan Proses Sains (KPS) merupakan pengembangan keterampilan fisik dan mental yang bersumber dari kemampuan-kemampuan mendasar yang dimiliki seseorang. Keterampilan proses sains diperlukan oleh peserta didik dalam mempelajari ilmu pengetahuan (Patonah et al., 2020). Selain itu dengan keterampilan proses sains juga peserta didik dilatih untuk dapat melakukan cara kerja ilmiah sebagai bekal untuk mengembangkan pengetahuannya (Santiawati et al., 2022). Keterampilan proses sains juga memiliki relevansi yang erat dengan hasil belajar peserta didik, sehingga keterampilan proses sains merupakan salah satu keterampilan yang dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Berdasarkan penjelasan di atas bisa disimpulkan bahwa keterampilan proses sains mencakup keterampilan intelektual, fisik, dan sosial yang diperlukan untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan konsep-konsep, hukum-hukum,

dan teori-teori dalam ilmu pengetahuan alam (IPA). KPS melibatkan pengembangan keterampilan fisik dan mental yang mendasar, yang membantu peserta didik untuk melakukan cara kerja ilmiah dan meningkatkan pemahaman mereka dalam mempelajari ilmu pengetahuan. Keterampilan ini sangat penting dalam mendukung hasil belajar peserta didik, karena relevansinya yang erat dengan pencapaian akademik peserta didik.

2.1.1.2. Pengukuran Keterampilan Proses Sains

Pengukuran keterampilan proses sains (KPS) merupakan aspek penting dalam pembelajaran sains untuk menilai sejauh mana peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis, investigatif, dan analitis dalam memahami konsep ilmiah. Untuk mengukur keterampilan proses sains yang dimiliki peserta didik dapat dilakukan tes tertulis dan observasi. Pada uji pokoknya keterampilan proses sains dapat berbentuk tes tulis walaupun diperlukan dalam melengkapi uji pokok tersebut (Tawil & Liliarsari (2014:34). Pengukuran keterampilan proses sains memiliki dua karakteristik, yaitu karakteristik umum dan karakteristik khusus sebagaimana yang dikemukakan oleh Tawil dan Liliarsari (2014:34) dibagi dua yakni pertama karakteristik umum terdiri dari *non concept*, hasil analisis, menguji satu aspek dan menampilkan gambar. Dan kedua adalah karakteristik khusus yang dilihat dari indikator keterampilan proses sains yakni mengamati, klasifikasi, interpretasi, prediksi, berkomunikasi, berhipotesis, merencanakan percobaan, menerapkan konsep, dan merumuskan masalah.

2.1.1.3. Indikator Keterampilan Proses Sains

Indikator keterampilan proses sains terbagi menjadi dua yaitu keterampilan proses sains dasar dan keterampilan proses terpadu. Adapun penjelasan dari indikator keterampilan proses sains dasar menurut Jufri (2017:149-154) :

a) Mengamati

Keterampilan mengamati merupakan keterampilan paling dasar karena menyangkut pengembangan keterampilan-keterampilan proses yang lain. Keterampilan ini menekankan penggunaan alat indera dengan mengumpulkan/menggunakan fakta yang relevan. Peserta didik ditekankan untuk menemukan ciri khusus dalam suatu objek yang diamati, memisahkan objek

menjadi bagian-bagian, serta menggambar dan memberi label sesuai dengan yang diamati. Adapun karakteristik dari keterampilan mengamati menurut Senisum (2021) yaitu sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi ciri-ciri suatu benda menggunakan berbagai alat indera atau dengan alat bantu.
- 2) Mengidentifikasi perbedaan dan persamaan yang nyata dengan objek atau peristiwa.
- 3) Membaca alat ukur.
- 4) Membandingkan gambar melalui uraian/benda.
- 5) Memberikan suatu benda/peristiwa.

b) Mengklasifikasi

Keterampilan yang menunjukkan perbedaan pada suatu objek, mencari persamaan, mengelompokkan ciri-ciri serta dapat membandingkan dari satu objek dengan objek yang lain.

c) Memprediksi

Memprediksi merupakan keterampilan yang menggunakan pola-pola hasil pengamatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi serta mengemukakan apa yang akan terjadi pada keadaan yang belum diamati tentunya dibuat berdasarkan hasil observasi.

d) Menginferensi

Inferensi adalah sebuah pernyataan yang dibuat berdasarkan fakta yang dihasilkan dari hasil pengamatan.

e) Mengomunikasi

Menggambarkan data dari hasil yang didapatkan dari pengamatan dengan grafik/label, diagram, atau mengubahnya dalam bentuk salah satunya. Serta dapat menyusun, menyampaikan, serta mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah/peristiwa.

Adapun penjelasan dari indikator keterampilan proses sains terpadu menurut Jufri (2017: 155-157) :

a) Mengidentifikasi variabel

Variabel adalah satuan kualitatif atau kuantitatif yang dapat bervariasi atau berubah sesuai dengan situasi dan kondisi. Variabel terbagi menjadi tiga macam yakni variabel bebas, terikat dan kontrol.

b) Merumuskan definisi operasional variabel

Mendefinisikan secara operasional suatu variabel berarti menetapkan bagaimana suatu variabel itu akan diukur.

c) Merumuskan hipotesis

Mengetahui ada lebih dari suatu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian, menyadari bahwa satu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.

d) Merancang dan melaksanakan percobaan

Penilaian proses dan hasil belajar IPA menuntut teknik dan cara-cara penilaian yang lebih komprehensif. Di samping aspek hasil belajar yang dinilai harus menyeluruh yaitu aspek kognitif, afektif, dan psikomotor, teknik penilaian dan instrumen penilaian lebih bervariasi. Hasil belajar dapat dibedakan menjadi pengetahuan (*knowledge*), penalaran (*reasoning*), keterampilan (*skills*), hasil karya (*product*) dan afektif (*affective*).

e) Menginterpretasi data

Biasanya menginterpretasi data mengawali kegiatan dengan mengumpulkan, menganalisis, dan mendeskripsikan data (bisa dalam tabel, grafik dengan angka-angka yang sudah dirata-ratakan). Interpretasi merupakan sebuah pernyataan/kesimpulan yang diperoleh berdasarkan fakta yang dihasilkan dari hasil pengamatan. Selain itu, menghubungkan hasil-hasil pengamatan dan menemukan pola dalam suatu seri pengamatan.

Dari uraian tersebut dapat disimpulkan peneliti akan menggunakan enam indikator dari 3 indikator keterampilan proses sains dasar dan 3 keterampilan proses sains terpadu. Hal ini dikarenakan enam indikator tersebut sesuai dengan kebutuhan peserta didik untuk melatih peserta didik agar keterampilan proses sains dapat berkembang. Ke enam indikator tersebut adalah mengamati, mengklasifikasi, merumuskan hipotesis, merancang percobaan, menginterpretasi data, dan mengomunikasikan. Keterampilan proses sains dapat ditingkatkan dari model

inkuiri karena memiliki keterkaitan dengan sintaks model inkuiri dan yang membantu keterampilan proses sains berkembang.

2.1.2. Hasil Belajar Kognitif

2.1.2.1. Pengertian Hasil Belajar Kognitif

Hasil belajar seringkali digunakan sebagai ukuran untuk mengetahui seberapa jauh seseorang menguasai bahan yang sudah diajarkan. Menurut Julhadi (2021) hasil belajar adalah sesuatu yang diperoleh setelah melakukan kegiatan belajar dan menjadi indikator keberhasilan peserta didik dalam mengikuti pembelajaran. Menurut Irawati et al (2021) Hasil belajar pada hakikatnya adalah perubahan suatu tingkah laku seseorang sebagai hasil dari proses belajar. Perubahan tersebut dapat berupa pengetahuan, pemahaman, keterampilan dan sikap yang biasanya dinyatakan dalam bentuk angka ataupun lambang huruf dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan.

Berdasarkan beberapa definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar adalah hasil yang dihasilkan peserta didik selama proses pembelajaran. Hasil ini dapat diperoleh melalui tes tertulis, tes lisan, atau tes perbuatan. Dimana tujuan akhir dari proses pembelajaran adalah untuk mencapai hasil ini.

2.1.2.2. Pengukuran Hasil Belajar Kognitif

Jenis pengukuran atau penilaian hasil belajar menurut Saputra et al (2022) meliputi :

a) Tes Tertulis

Tes tulis biasanya berupa soal yang diberikan oleh guru kepada peserta didik untuk mengetahui tingkat kognitif peserta didik. Tes tulis terdiri dari soal pilihan ganda, jawaban singkat, soal benar-salah, soal menjodohkan, dan uraian.

b) Tes Lisan

Tes lisan merupakan pertanyaan yang diberikan oleh guru dan dijawab spontan oleh peserta didik berdasarkan pengetahuan yang dimiliki oleh peserta didik. Tes lisan relatif tidak memiliki batasan bahasa baku sehingga tes lisan biasanya tidak menjadi informasi pokok akan tetapi menjadi pelengkap instrumen dari asesmen lain.

c) Tes Tindakan

Tes tindakan menuntut peserta didik untuk melakukan sesuatu sebagai indikator pencapaian kompetensi yang berupa kemampuan psikomotor. Tes ini membantu guru untuk mengetahui kecepatan, stabilitas, dan daya tangkap peserta didik, contoh dari tes ini adalah mengaplikasikan variabel di komputer.

Adapun hasil belajar diukur dalam dimensi kognitif dan pengetahuan. Menurut Anderson & Krathwohl (2017) dimensi pengetahuan dibedakan ke dalam empat kategori, yakni:

- a) Pengetahuan faktual (K1), berkaitan dengan elemen dasar yang digunakan oleh pakar dalam menjelaskan, memahami, dan secara sistematis menata disiplin ilmu. Pengetahuan faktual dibedakan menjadi dua subjenis yaitu pengetahuan tentang terminologi berkaitan dengan pengetahuan tentang label dan simbol verbal atau nonverbal. selanjutnya pengetahuan tentang detail-detail dan elemen yang spesifik meliputi peristiwa, lokasi, orang, tanggal, sumber dan sejenisnya.
- b) Pengetahuan Konseptual (K2), bagian yang berhubungan dengan pengetahuan meliputi kategori, klasifikasi, dan hubungan antara dua atau lebih kategori (klasifikasi). Terdiri dari tiga sub jenis yaitu pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori yang meliputi kategori, kelas, divisi dan susunan yang spesifik dalam disiplin ilmu. Berikutnya pengetahuan mengenai prinsip dan generalisasi yang dibentuk oleh klasifikasi dan kategori, serta digunakan dalam mengkaji fenomena atau menyelesaikan masalah dalam disiplin ilmu tersebut. Terakhir pengetahuan tentang teori, model dan struktur yang meliputi prinsip dan generalisasi dan interelasi antara keduanya yang menghadirkan pandangan yang jelas, utuh serta sistemik tentang fenomena, masalah atau materi.
- c) Pengetahuan prosedural (K3), berhubungan dengan pengetahuan atau cara melakukan sesuatu, dapat berupa rangkaian langkah yang harus diikuti mencakup pengetahuan tentang keterampilan, algoritme, teknik dan metode yang biasa kita sebut prosedur, dibedakan menjadi tiga sub jenis yaitu pengetahuan tentang keterampilan dalam bidang tertentu dan algoritma,

pengetahuan mengenai teknik dan metode dalam bidang tertentu, dan pengetahuan tentang kriteria menentukan prosedur yang tepat.

- d) Pengetahuan Metakognitif (K4), adalah pengetahuan mengenai kognisi secara umum dan kesadaran akan pengetahuan. terdapat tiga subjenis diantaranya pengetahuan strategis yang berkaitan dengan strategi belajar dan berpikir serta pemecahan masalah. Kemudian pengetahuan tentang tugas-tugas kognitif yang meliputi pengetahuan kontekstual dan kondisional, dan pengetahuan diri

Selanjutnya, Anderson & Krathwohl, (2017) dasar hasil belajar dikategorikan dalam dimensi kognitif ke dalam enam kategori meliputi:

- a) Mengingat (*remember*) merupakan proses menarik kembali informasi yang tersimpan dalam memori jangka panjang. mengingat adalah proses kognitif yang paling rendah tingkatannya. Untuk mengkondisikan agar mengingat menjadi pembelajaran bermakna, tugas mengingat sebaiknya dihubungkan dengan aspek pengetahuan yang lebih luas dan bukan sebagai suatu yang lepas (terisolasi). Kategori ini meliputi dua macam proses kognitif mengenali (*recognizing*) dan mengingat (*recalling*).
- b) Memahami (*understand*) adalah proses mengkonstruksi makna (pengertian) berdasarkan pengetahuan awal yang dimiliki atau mengintegrasikan pengetahuan baru ke dalam skema yang telah ada dalam pemikiran peserta didik. Kategori memahami meliputi tujuh proses kognitif menafsirkan (*interpreting*), memberikan contoh (*exemplifying*), mengklasifikasikan (*classifying*), meringkas (*summarizing*), menarik inferensi (*inferring*), membandingkan (*comparing*) dan menjelaskan (*explaining*).
- c) Mengaplikasikan (*applying*), mencakup penggunaan suatu prosedur dalam menyelesaikan masalah (pengerjaan tugas). Hal ini bukan berarti hanya sesuai untuk pengetahuan prosedural saja. kategori ini mencakup dua proses kognitif yaitu menjalankan (*executting*) dan mengimplementasikan (*implementing*).
- d) Menganalisis (*analyzing*), merupakan proses menguraikan suatu permasalahan atau objek ke unsur-unsurnya serta menentukan saling keterkaitan antar unsur tersebut. Proses kognitif kategori ini meliputi menguraikan (*differentiating*), mengorganisir (*organizing*), dan menemukan pesan tersirat (*attributing*).

- e) Mengevaluasi, ialah proses membuat suatu pertimbangan berdasarkan kriteria dan standar yang ada. Proses kognitifnya meliputi memeriksa (*checking*), dan mengkritik (*critiquing*).
- f) Membuat (*create*), yaitu menggabungkan beberapa unsur menjadi bentuk kesatuan. Proses kognitifnya meliputi membuat (*generating*), merencanakan (*planning*), serta memproduksi (*producing*).

2.1.2.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar kognitif

Menurut Astiti et al., (2021) hasil belajar yang dicapai oleh peserta didik tentunya akan membuat suatu perubahan bagi peserta didik tersebut. Perubahan yang timbul tentunya dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Pada faktor internal melibatkan aspek yang berasal dari dalam diri peserta didik, seperti kecerdasan, aspek afektif seperti perasaan dan tingkat percaya diri, kebiasaan belajar, kemampuan mengingat, bakat, minat, dan motivasi. Sebaliknya faktor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar diri peserta didik seperti keluarga, masyarakat, dan lingkungan sekolah.

Berdasarkan beberapa pendapat para ahli, dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar kognitif dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu faktor internal yang bersumber dari karakteristik individu peserta didik dan faktor eksternal yang berasal dari luar diri peserta didik.

2.1.3. Model *Inquiry learning*

Yofamella & Taufik (2023) menyatakan bahwa model pembelajaran *Inquiry learning* merupakan suatu rangkaian kegiatan pembelajaran yang melibatkan seluruh kemampuan peserta didik untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, logis, kritis dan analitis, sehingga peserta didik dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh rasa percaya diri. Definisi lain menurut Kartini et al (2023) Model pembelajaran inkuiri (*Inquiry learning*) adalah suatu model pembelajaran yang dikembangkan agar peserta didik dapat menemukan dan menggunakan berbagai sumber informasi dan ide-ide untuk meningkatkan pemahaman peserta didik tentang masalah, topik atau isu tertentu.

Berdasarkan beberapa definisi di atas, model pembelajaran inkuiri merupakan rangkaian pembelajaran yang melibatkan seluruh kemampuan peserta

didik agar dapat menemukan dan menggunakan berbagai sumber informasi untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, logis, kritis serta analitis sehingga meningkatkan pemahaman peserta didik tentang topik tertentu.

Salah satu teori model pembelajaran inkuiri yaitu Teori Piaget. Teori ini mengemukakan bahwa perkembangan intelektual suatu organisme didasarkan pada dua fungsi, yaitu fungsi organisasi dan adaptasi. Fungsi organisasi memberikan organisme kemampuan untuk mensistematikakan atau mengorganisasikan proses-proses fisik atau proses-proses psikologi menjadi sistem-sistem yang teratur dan berhubungan. (struktur kognitif). Di samping itu, semua organisme lahir dengan kecenderungan untuk menyesuaikan diri atau beradaptasi dengan lingkungannya. Adapun implikasi dari teori piaget dalam pembelajaran adalah sebagai berikut:

- a) Memusatkan perhatian pada proses berpikir anak, bukan sekadar hasilnya.
- b) Menekankan pada pentingnya peran peserta didik dalam berinisiatif sendiri dan keterlibatannya secara aktif dalam pembelajaran. Dalam pembelajaran di kelas, pengetahuan diberikan tanpa adanya tekanan, melainkan anak didorong menemukan sendiri melalui proses interaksi dengan lingkungannya.
- c) Memaklumi adanya perbedaan individual dalam hal kemajuan perkembangan sehingga guru harus melakukan upaya khusus untuk mengatur kegiatan kelas dalam bentuk individu-individu atau kelompok-kelompok kecil.

Berdasarkan Teori Piaget, model pembelajaran inkuiri cocok bila diterapkan dalam kegiatan pembelajaran karena inkuiri menyandarkan pada dua sisi yang sama pentingnya, yaitu sisi proses dan hasil belajar. Proses belajar diarahkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir, sedangkan sisi hasil belajar diarahkan untuk mengkonstruksi pengetahuan dan penguasaan materi pelajaran baru. Selain itu, yang dinilai dalam pembelajaran inkuiri adalah proses menemukan sendiri hal baru dan proses adaptasi yang berkesinambungan secara tepat dan serasi antara hal baru dengan struktur kognitif yang telah dimiliki peserta didik. Model inkuiri ini memiliki tingkatan, dapat dilihat dari tabel yang menjelaskan perbedaan dari masing-masing tingkatan model pembelajaran inkuiri.

Tabel 2. 1 Perbedaan Informasi Tiap Tingkatan Model Inkuiri

Level Inkuiri	Rumusan Masalah	Langkah Kerja	Hasil	Kesimpulan
1. Inkuiri Terkonfirmasi	√	√	√	√
2. Inkuiri Terstruktur	√	√	-	-
3. Inkuiri Terbimbing	√	-	-	-
4. Inkuiri Terbuka	-	-	-	-

Sumber: (Bell et al., 2005)

Banchi & Bell (2008) mengemukakan penjelasan dari setiap level model inkuiri diantaranya pada level pertama yaitu inkuiri terkonfirmasi, peserta didik diberikan pertanyaan dan prosedur (metode), serta hasilnya diketahui sebelumnya. Level inkuiri terkonfirmasi berguna ketika tujuan guru adalah untuk memperkuat ide yang diperkenalkan sebelumnya; untuk memperkenalkan peserta didik pada pengalaman melakukan penyelidikan; atau untuk meminta peserta didik mempraktikkan keterampilan penyelidikan tertentu, seperti mengumpulkan dan mencatat data.

Pada level kedua yaitu inkuiri terstruktur, dimana pertanyaan dan prosedur masih disediakan oleh guru, namun peserta didik membuat penjelasan yang didukung oleh bukti yang telah mereka kumpulkan. Level kedua ini tidak jauh berbeda dengan level pertama, perbedaannya terletak pada peserta didik tidak mengetahui hasil dari pertanyaan yang diberikan, peserta didik dibiarkan mencari kesimpulan sendiri dengan menggunakan metode pengerjaan yang telah ditentukan oleh pendidik. Peserta didik diberi kesempatan untuk menganalisis data sehingga menghasilkan kesimpulan berdasarkan bukti data yang mereka miliki. Penyelidikan semacam ini penting karena memungkinkan peserta didik untuk secara bertahap mengembangkan kemampuan mereka untuk melakukan penyelidikan yang lebih terbuka.

Pada level ketiga yaitu inkuiri terbimbing, guru hanya memberikan pertanyaan penelitian kepada peserta didik, dan peserta didik merancang prosedur (metode) untuk menguji pertanyaan mereka dan penjelasan yang dihasilkan. Jadi

peserta didik diberi masalah atau pertanyaan, tetapi peserta didik diberi kebebasan dalam menentukan metode atau solusi dari pemecahan masalah tersebut. Peserta didik memiliki peran lebih dibandingkan dua level sebelumnya. Meskipun merancang prosedur atau memecahkan masalah sendiri, peserta didik tetap membutuhkan bimbingan pendidik untuk mengetahui apakah metode yang mereka gunakan masuk akal atau tidak.

Pada level keempat dan tertinggi yaitu inkuiri terbuka, dimana pembelajaran berpusat pada peserta didik. Peserta didik mencari, memahami, dan menyelidiki sendiri materi pembelajaran. Peserta didik berperan penuh dalam pembelajaran yang mengharuskan mereka merumuskan masalah, mengembangkan metode penelitian, mengumpulkan dan menganalisis data, dan juga membuat kesimpulan berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan dianalisis.

Berdasarkan beberapa level model inkuiri, dalam penelitian ini akan menggunakan model inkuiri terstruktur. Hal ini karena penggunaan model pembelajaran inkuiri tidak dapat langsung ke tingkatan atau level yang lebih tinggi, sejalan dengan pernyataan yang disampaikan oleh Amini et al., (2020) sebelum ke tingkatan inkuiri yang lebih tinggi, penggunaan model pembelajaran inkuiri terstruktur sangat dianjurkan agar kemampuan peserta didik menjadi lebih berkembang. Meskipun model inkuiri memiliki level yang berbeda-beda, tetapi sintaks model inkuiri sama. Perbedaannya ketika dalam pemberian bimbingan setiap sintaksnya. Adapun sintaks model pembelajaran inkuiri menurut Sanjaya, (2008) terdiri dari enam langkah yang dimulai dari kegiatan orientasi, merumuskan suatu masalah, merumuskan hipotesis, pengumpulan data, menguji hipotesis yang telah dirumuskan, dan terakhir menarik sebuah kesimpulan.

Tabel 2. 2 Sintaks Model Inkuiri (Terstruktur)

No	Sintaks	Kegiatan
1	Orientasi	Orientasi adalah langkah untuk membina suasana pembelajaran yang responsif. Pada langkah ini guru memperkenalkan topik atau masalah dan membangun rasa ingin tahu peserta didik.

2	Merumuskan Masalah	Merumuskan masalah merupakan langkah membawa peserta didik pada suatu persoalan yang mengandung teka-teki. Guru memberikan permasalahan yang menantang peserta didik untuk berpikir memecahkan teka-teki itu.
3	Merumuskan Hipotesis	Peserta didik menentukan jawaban sementara dari suatu permasalahan yang sedang dikaji. Sebagai jawaban sementara, hipotesis perlu diuji kebenarannya.
4	Mengumpulkan Data	Mengumpulkan data merupakan aktivitas menjaring informasi yang dibutuhkan untuk menguji hipotesis yang diajukan. Peserta didik mengumpulkan data melalui pengamatan, eksperimen, kajian literatur. Guru memfasilitasi dengan panduan, alat, atau bahan, tetapi peserta didik bekerja secara mandiri sesuai arahan.
5	Menguji Hipotesis	Peserta didik menentukan jawaban yang dianggap diterima sesuai dengan data atau informasi yang diperoleh berdasarkan pengumpulan data.
6	Merumuskan kesimpulan	Peserta didik mendeskripsikan temuan yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian hipotesis. Untuk mencapai kesimpulan yang akurat sebaiknya guru mampu menunjukkan pada peserta didik data mana yang relevan. Peserta didik juga mempresentasikan hasil temuannya.

Sumber : (Sanjaya, 2008)

Model pembelajaran inkuiri terstruktur memiliki beberapa keunggulan menurut Padi (2024) diantaranya adalah sebagai berikut :

- a) Memungkinkan peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran.
- b) Memperdalam pemahaman materi dengan mengajukan pertanyaan kepada peserta didik, membiarkan mereka bereksplorasi dan menemukan jawabannya sendiri.
- c) Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengikuti proses pembelajaran sesuai dengan gaya belajar yang dimilikinya.

- d) Proses pembelajaran disesuaikan dengan perkembangan tingkah laku melalui pengalaman.

Sedangkan kelemahan model pembelajaran inkuiri terstruktur menurut Suherti & Rohimah (2016:53) adalah sebagai berikut:

- a) Kesulitan pengontrolan kegiatan dan keberhasilan peserta didik.
- b) Model pembelajaran inkuiri sulit dilaksanakan karena terbentur dengan kebiasaan peserta didik dalam belajar.
- c) Dalam implementasinya memerlukan waktu yang panjang sehingga sering pendidik sulit menyesuaikannya dengan waktu yang telah ditentukan.

2.1.4. *Artificial Intelligence*

Menurut Pasaribu & Widjaja (2022) *Artificial Intelligence* adalah salah satu cabang ilmu komputer yang memiliki kemampuan antara lain mesin pintar (smart machine) untuk memecahkan persoalan yang rumit dengan cara yang lebih cepat dan tepat serta tetap diarahkan oleh keperluan manusia. Sejalan dengan pendapat Tjahyanti et al (2022) *Artificial Intelligence* merupakan suatu aplikasi dan instruksi yang terkait dengan pemrograman komputer untuk melakukan suatu hal yang dalam sudut pandang manusia adalah cerdas atau dapat dipahami sebagai sebuah studi tentang bagaimana membuat komputer dapat melakukan hal-hal yang pada saat ini dapat dilakukan lebih baik dari manusia.

Berdasarkan beberapa penjelasan di atas, *Artificial Intelligence* merupakan suatu teknologi yang terprogram dalam komputer dan mengubah data yang dimasukkan menjadi suatu informasi. Komputer meniru fungsi otak, tetapi mereka lebih cepat, tepat, dan akurat daripada manusia. Tugas utama AI adalah membangun sistem yang dapat meniru fungsi otak untuk membuat sumber daya pendidikan lebih beragam.

Artificial Intelligence tidak hanya menyajikan data mentah, namun juga data yang sudah diolah menjadi data sangat informatif disesuaikan dengan kebutuhan penggunanya. Tidak sedikit dalam pembelajaran sudah menggunakan aplikasi/web dari *Artificial Intelligence*. Berikut beberapa contoh aplikasi tersebut :

- a) Kelas guru ganda (*Dual teacher*) adalah situasi di mana ada dua guru di kelas yaitu guru kelas umum dan guru berbasis *Artificial Intelligence*.

- b) *Computer-Assisted Education* (CAI) mengacu pada penggunaan komputer sebagai alat untuk memfasilitasi dan meningkatkan pengajaran. CAI menggunakan kombinasi teks, grafik, suara, dan video dalam meningkatkan proses pembelajaran. beberapa istilah utama yang digunakan dalam bidang terkait cai ialah cbt/pembelajaran berbasis komputer. CAI bertujuan pembelajaran yang lebih baik dengan peserta didik melalui kegiatan interaktif.
- c) *Udicionary* adalah aplikasi terjemahan bahasa asing.
- d) *Digital Reporting Application* (ARD) adalah aplikasi pelaporan hasil belajar online yang dibuat oleh madrasah di bawah naungan Kementerian Agama Republik Indonesia.
- e) Rumah Belajar adalah *website* yang berisi konten materi pembelajaran dari Pendidikan Anak Usia Dini sampai Sekolah Menengah Atas ataupun Sekolah Menengah Kejuruan. Fitur dari rumah belajar ini ialah sumber belajar, buku teks elektronik, bank soal, laboratorium virtual, peta budaya, dan masih banyak yang lainnya.

Pembelajaran dalam sistem *Artificial Intelligence* ini merupakan pembelajaran yang dipersonalisasi sehingga meningkatkan pengalaman belajar dan meningkatkan fokus peserta didik. Pasalnya, *Artificial Intelligence* memiliki kemampuan untuk mengajar peserta didik secara individu dan mengenali area yang dibutuhkan untuk menemukan cara pengajaran yang tepat pada peserta didik. Selain itu, *Artificial Intelligence* dapat mengidentifikasi konsep yang tidak dipahami oleh peserta didik, sehingga nantinya dapat melakukan penyesuaian untuk menemukan cara baru dalam membantu pembelajaran peserta didik (Rahadiantino et al., 2022). Sejalan dengan Nastiti & Abdu (2020) pemanfaatan *Artificial Intelligence* dalam dunia pendidikan untuk mengetahui serta mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran yang dibutuhkan oleh pelajar. Proses identifikasi kebutuhan peserta didik akan lebih cepat dengan teknologi *machine learning* yang tertanam *Artificial Intelligence*. Semakin banyak data digital yang terhimpun, semakin cerdas pula sistem *Artificial Intelligence*, contohnya: *ChatGPT*, *ChatGPT*, dll. Dengan teknologi-teknologi tersebut, para pelajar disajikan dengan kemudahan dan

kecepatan pencarian data, bahkan teknologi tersebut dapat merekomendasikan data yang tadinya tidak terpikirkan oleh mereka.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam beberapa tahun terakhir, Perkembangan teknologi (AI) telah membawa perubahan besar dalam berbagai bidang, termasuk dalam dunia akademik dan pendidikan. Salah satu aplikasi AI yang semakin populer adalah penggunaan *ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer)* dalam interaksi manusia dengan komputer (Diantama, 2023). Menurut Suharmawan (2023) *ChatGPT (Generative Pre-training Transformer)* merupakan kecerdasan buatan memakai format percakapan yang secara awam manusia bisa mengajukan pertanyaan kepada *tools* sejenis AI yang secara otomatis akan memperoleh jawaban dalam waktu yang singkat. Dapat disimpulkan bahwa *ChatGPT* ini cara kerjanya dengan mengumpulkan berbagai informasi dari jurnal-jurnal, artikel, koran yang sudah pernah dimuat di internet lalu *ChatGPT* menyerap itu semua sehingga ketika ada seseorang atau user yang mencari informasi mengenai hal yang ingin diketahuinya maka *ChatGPT* akan menyimpulkan jawaban berdasarkan informasi yang telah dikumpulkannya dalam waktu yang ringkas.

Menurut Suharmawan (2023) berikut langkah-langkah menggunakan *ChatGPT*:

- 1) Pertama-tama, buka browser kamu di ponsel atau PC.
- 2) Kunjungi laman <https://chat.openai.com>.
- 3) Setelah itu, *sign up* untuk membuat akun dengan klik *Create an OpenAI account*.
- 4) Lakukan registrasi melalui akun email, microsoft, atau google.
- 5) Selanjutnya, OpenAI akan mengirimkan kode verifikasi melalui *WhatsApp*.
- 6) Setelah kode muncul masukkan kode dan kamu akan langsung dialihkan ke *dashboard platform*.
- 7) Masukkan perintah yang diinginkan.
- 8) Tunggu beberapa detik hingga AI memberikan jawaban.

Selain itu Suharmawan (2023) menambahkan penggunaan *ChatGPT* dalam pendidikan diantaranya:

- 1) Personalisasi Pembelajaran: *ChatGPT* memungkinkan personalisasi pembelajaran dengan menyesuaikan materi dan metode pembelajaran sesuai kebutuhan individu. Peserta didik dapat berinteraksi langsung dengan *ChatGPT* untuk memperoleh penjelasan tambahan, menjawab pertanyaan, atau mendapatkan umpan balik secara instan. Ini membantu peserta didik dalam memahami materi dengan lebih baik dan memberikan panduan yang relevan sesuai tingkat pemahaman mereka.
- 2) Aksesibilitas dan Keterjangkauan: Penggunaan *ChatGPT* dalam pendidikan meningkatkan aksesibilitas pendidikan bagi mereka yang terbatas secara fisik atau geografis. Dengan teknologi ini, peserta didik dapat mengakses layanan pendidikan tanpa batasan jarak atau kehadiran fisik. Selain itu, penggunaan *ChatGPT* sebagai alat pembelajaran juga dapat menjadi alternatif yang lebih terjangkau daripada sumber daya tradisional, seperti buku teks atau guru pribadi.
- 3) Sumber Belajar Interaktif: *ChatGPT* dapat berfungsi sebagai sumber belajar interaktif yang membantu peserta didik dalam memahami materi dengan lebih baik. Peserta didik dapat mengajukan pertanyaan kepada *ChatGPT*, mencari penjelasan tambahan, atau mendapatkan contoh-contoh yang lebih jelas. Dalam beberapa kasus, *ChatGPT* juga dapat menyediakan materi belajar yang interaktif, misalnya melalui pilihan ganda atau latihan interaktif.
- 4) Bantuan Tugas dan Penyelesaian Masalah: *ChatGPT* dapat membantu peserta didik dalam menyelesaikan tugas atau masalah yang mereka hadapi. Peserta didik dapat mengajukan pertanyaan terkait dengan tugas mereka, mendapatkan saran atau petunjuk langkah demi langkah, atau meminta bantuan dalam memecahkan masalah yang kompleks. Ini dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah secara mandiri dan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam.

Menurut Suharmawan (2023) Keuntungan utama dalam memanfaatkan *ChatGPT* adalah untuk memberikan bermacam informasi dengan akurat dan juga cepat. Apalagi teknologi ini dapat memberikan rekomendasi dan saran yang relevan dengan preferensi penggunaanya. Berikut beberapa kelebihan dari *ChatGPT*:

- 1) Responnya yang cepat (*fast respon*), *ChatGPT* dapat memberikan semua jawaban yang pengguna perlukan hanya dalam beberapa detik saja. Kemampuan tersebut sengaja diciptakan untuk lebih responsif.
- 2) Dapat menyaring permintaan negatif, keunggulan lainnya dari produk ini adalah dapat memilah permintaan pengguna yang kurang pantas, contohnya seperti bagaimana cara merundung orang lain. *ChatGPT* akan mendeteksi hal-hal serupa sebagai hal yang tak baik serta menolak untuk memberikan jawaban kepada penggunanya. Tidak hanya itu saja, sistem juga akan menjelaskan hal buruk dari tindakan tersebut.
- 3) Mampu menggunakan tata bahasa yang natural, *ChatGPT* diciptakan untuk memberi jawaban menggunakan bahasa natural atau *human-friendly*. Bahasa yang mereka gunakan dalam menjawab atau memberikan informasi akan mudah untuk dimengerti. Sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan manusia seperti biasa.
- 4) Sensitif terhadap kueri, supaya jawaban yang dibagikan tepat, *ChatGPT* dibuat sensitif dengan penyesuaian kueri. Hal ini agar pengguna dapat mengajukan pertanyaan berbeda, tetapi dengan makna dan arti yang sama.

Selain kelebihan, terdapat juga kekurangan dari *ChatGPT*, menurut Suharmawan (2023) terdapat beberapa kekurangan *ChatGPT* diantaranya sebagai berikut:

- 1) Memiliki pemahaman terbatas, berbeda dengan manusia yang memiliki kemampuan riset informasi valid dari berbagai sumber, *ChatGPT* hanya bisa memberikan respons sesuai dengan pertanyaan pengguna. Maka dari itu, meskipun fitur ini dapat memberikan jawaban sesuai kebutuhan pengguna, pengawasan serta campur tangan manusia masih tetap dibutuhkan.
- 2) Belum mampu menggeser pekerja kreatif, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, salah satu kemampuan *ChatGPT* adalah membuat konten dan *copywriting*. Meski begitu, membuat konten dan *copywriting* tidak semudah merangkai teks. Sebab, kemampuan untuk menghindari duplikasi, menerapkan empati, variasi, serta emosi dalam teks masih menjadi salah satu hal penting dalam pembuatan konten. Hal tersebut bertujuan agar konten atau *copywriting*

yang dihasilkan bisa di personalisasikan sesuai target audiens. Maka dari itu, robot ini sangat mungkin untuk digunakan sebagai tools tambahan ketika bekerja. Akan tetapi, kreativitas manusia masih belum tergantikan oleh AI.

- 3) Belum mampu membedakan fakta dan opini, karena *ChatGPT* dilatih pada data internet membuat pada beberapa kasus platform ini tidak mampu membedakan antara fakta dan opini. Maka dari itu, sebagai pengguna kamu harus tetap memeriksa jawaban dan tidak menelan mentah-mentah informasi dari AI tersebut.
- 4) Memerlukan jaringan internet stabil, kekurangan terakhir dari *ChatGPT* adalah memerlukan jaringan internet yang stabil. Untuk mengaksesnya, memerlukan jaringan internet. Pastikan jaringan internet kamu stabil supaya robot bisa bekerja secara maksimal. Sebab, apabila jaringan internet buruk, maka chatbot ini akan banyak menampilkan bug dan tidak bisa memberikan jawaban sesuai yang diharapkan

2.1.5. Model *Inquiry Learning* Berbantuan *Artificial Intelligence*

2.1.5.1. Peran *Artificial Intelligence* dalam mendukung *Inquiry Learning*

Artificial Intelligence atau lebih dikenal dengan sebutan kecerdasan buatan memiliki potensi besar dalam mendukung implementasi *inquiry learning*. Dalam hal ini kecerdasan buatan berupa *ChatGPT* tidak hanya berpotensi sebagai penyedia informasi, tetapi juga memberikan peluang dalam menciptakan pembelajaran yang lebih adaptif, interaktif, dan eksploratif.

Model *inquiry learning* menekankan pada proses penemuan melalui langkah-langkah ilmiah, seperti merumuskan masalah, mengajukan hipotesis, mengumpulkan data, serta menarik kesimpulan. Seluruh tahapan tersebut membutuhkan keterlibatan aktif peserta didik untuk berpikir kritis dan ilmiah. Dalam hal ini, AI berperan penting sebagai fasilitator digital yang dapat mendukung setiap tahap proses inkuiri.

Menurut Kunnath & Botes (2025) penggunaan AI dalam pembelajaran inkuiri membuat proses belajar lebih efektif dengan membantu peserta didik menjelajah dan membangun pengetahuan secara aktif. Sehingga dengan mengintegrasikan AI dalam pembelajaran inkuiri dapat memperkaya pengalaman

belajar dengan memberikan pendekatan yang lebih personal, interaktif, dan meningkatkan efektivitas dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

2.1.5.2. Implementasi dalam Pembelajaran

Pelaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen yang menggunakan model inquiry learning diterapkan secara sistematis pada lima tahapan sintaks pembelajaran, dengan mengintegrasikan peran *ChatGPT* sebagai pendukung berbasis teknologi AI.

Tahap pertama, orientasi masalah dilakukan dengan menyajikan fenomena atau permasalahan untuk memicu rasa ingin tahu peserta didik. *ChatGPT* dapat membantu peserta didik memahami fenomena awal yang berkaitan dengan topik pembelajaran. Melalui interaksi berbasis teks, peserta didik dapat mengajukan pertanyaan dan berdiskusi untuk memperjelas konsep dasar ataupun fenomena yang belum dipahami.

Selanjutnya pada tahap merumuskan hipotesis, peserta didik menentukan jawaban sementara dari suatu permasalahan yang sedang dikaji. Dalam tahapan ini peserta didik memanfaatkan *ChatGPT* untuk mencari arahan bagaimana cara menentukan variabel penelitian, merumuskan hipotesis, dan memperbaiki rumusan hipotesis yang sudah dibuat oleh peserta didik.

Pada tahap mengumpulkan data, peserta didik mengumpulkan data melalui pengamatan, eksperimen, kajian literatur. *ChatGPT* berperan sebagai sumber informasi dan asisten pencarian data yang membantu peserta didik memperoleh berbagai referensi yang relevan dengan topik yang sedang dikaji dan melakukan analisis data awal.

Pada tahap menguji hipotesis, peserta didik menganalisis data yang sudah dikumpulkan untuk menemukan pola atau hubungan yang mendukung atau membantah hipotesis. Peserta didik diarahkan menggunakan bantuan *ChatGPT* untuk melakukan analisis statistik, visualisasi data, dan memberikan interpretasi awal yang dapat dikaji ulang oleh peserta didik.

Terakhir tahap menarik kesimpulan, peserta didik membuat kesimpulan berdasarkan hasil analisis percobaan. kemudian. Peserta didik diarahkan

menggunakan bantuan *ChatGPT* untuk mengoreksi kesimpulan yang sudah dibuat apakah sesuai dengan data penelitian.

2.1.6. Deskripsi Materi Perubahan Lingkungan

2.1.6.1. Perubahan Lingkungan

Perubahan lingkungan menjadi salah satu tantangan terbesar yang dihadapi dunia saat ini. Dengan meningkatnya aktivitas manusia, baik melalui urbanisasi, industrialisasi, maupun eksploitasi sumber daya alam, dampak negatif terhadap ekosistem semakin terasa. Fenomena seperti pemanasan global, pencemaran, dan kehilangan keanekaragaman hayati menjadi masalah yang tak bisa diabaikan. Oleh karena itu, pemahaman yang lebih mendalam mengenai penyebab, dampak, dan solusi terhadap perubahan lingkungan sangat penting untuk menjaga kelestarian bumi bagi generasi mendatang.

2.1.6.2. Kerusakan Lingkungan

Perubahan lingkungan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang bisa terjadi karena faktor alam maupun faktor manusia. Berikut penjelasannya:

a. Kerusakan lingkungan karena faktor manusia

Manusia memiliki berbagai jenis kebutuhan, baik kebutuhan pokok atau kebutuhan lainnya. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut manusia memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Semakin banyak jumlah manusia, semakin banyak pula sumber daya alam yang digali. Dalam proses pengambilan, pengolahan, dan pemanfaatan sumber daya alam terdapat zat sisa yang tidak digunakan oleh manusia. Sisa-sisa tersebut dibuang karena dianggap tidak ada manfaatnya lagi.

Proses pembuangan yang tidak sesuai dengan semestinya akan mencemari perairan, udara, dan daratan. Sehingga lama-kelamaan lingkungan menjadi rusak. Kerusakan lingkungan yang diakibatkan pencemaran terjadi dimana-mana dan berdampak pada menurunnya kemampuan lingkungan yang menimbulkan dampak buruk bagi manusia seperti penyakit dan bencana alam. Kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh manusia disebut sebagai faktor eksternal merupakan kegiatan yang berasal dari tujuan manusia untuk meningkatkan kualitas hidup tanpa memperhatikan lingkungan sekitar seperti pembukaan lahan baru dengan cara

pembakaran hutan secara besar-besaran dan penebangan hutan secara liar (Nurhayati et al., 2018).

Hutan yang merupakan paru-paru dunia merupakan kebutuhan yang pokok bagi adanya keberlangsungan oksigen di bumi ini tanpa adanya hutan bumi akan kehilangan oksigen susahny mendapatkan oksigen karena hutan yang semakin habis dikarenakan oleh ulah manusia sendiri. Melakukan pembukaan lahan baru dengan cara pembakaran hutan secara besar-besaran memberikan dampak diantaranya akan kehilangan oksigen karena hutan merupakan hal yang penting bagi bumi yang merupakan paru-paru dunia, terjadinya pencemaran udara akibat asap yang ditimbulkan sehingga menyebabkan berbagai penyakit yang datang, menurunnya nilai ekonomi hutan dan adanya gangguan yang terjadi di lintas darat, udara dan laut. Adapun peristiwa pembukaan lahan dengan cara pembakaran hutan dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Pembukaan Lahan dengan Membakar Hutan

Sumber: Arifin (2023)

Salah satu faktor dari kerusakan dalam kawasan pada saat ini yaitu penebangan hutan secara liar. Gambar 2.2 menunjukkan peristiwa penebangan kawasan hutan secara liar yang mengakibatkan banyak terjadi bencana-bencana alam seperti banjir, tanah longsor, erosi dan lain sebagainya. Tidak hanya terjadi bencana alam saja, tetapi dapat mengakibatkan tanah yang mutunya turun, area kawasan hutan yang semakin menyempit serta dampak lainnya yaitu kemampuan dari biosfer untuk menyerap karbondioksida semakin berkurang sehingga berakibat pemanasan pada suhu yang lebih tinggi dari permukaan bumi.



Gambar 2. 2 Penebangan Hutan Secara Liar

Sumber: Huda (2020)

b. Kerusakan lingkungan karena faktor alami

Kerusakan lingkungan karena faktor alam disebut sebagai faktor internal yang berasal dari alam itu sendiri seperti terjadinya gunung meletus, gempa bumi, badai, tsunami, dan bencana alam lainnya (Nurhayati et al., 2018).

2.1.6.3. Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan adalah masuknya bahan atau energi tertentu ke dalam suatu lingkungan yang menyebabkan perubahan negatif pada lingkungan, kesehatan manusia, dan eksistensi manusia serta organisme lainnya. Pencemaran lingkungan dapat terjadi di mana saja, seiring dengan pesatnya laju pertumbuhan penduduk. Beban pencemaran paling berat diakibatkan oleh limbah industri dan berbagai bahan kimia. Berdasarkan tempat terjadinya, pencemaran dibedakan menjadi :

a. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah peristiwa masuknya zat, energi, unsur, atau komponen lainnya ke dalam air sehingga menyebabkan kualitas air terganggu (Sumampouw, 2015). Kualitas air yang terganggu ditandai dengan perubahan bau, rasa, dan warna. Kualitas air yang terganggu ditandai dengan perubahan bau, rasa, dan warna. Walaupun air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui, tetapi air akan dapat dengan mudah terkontaminasi oleh aktivitas manusia. Air banyak digunakan oleh manusia untuk tujuan yang bermacam-macam sehingga dengan mudah dapat tercemar. Ditinjau dari asal polutan dan sumber

pencemarannya, menurut Sumampouw (2015) pencemaran air dapat dibedakan antara lain :

1) Limbah pertanian

Limbah pertanian dapat mengandung polutan insektisida atau pupuk organik. Insektisida dapat mematikan biota sungai. Jika biota sungai tidak mati kemudian dimakan hewan atau manusia sehingga akan keracunan. Untuk mencegahnya, upayakan agar memilih insektisida yang berspektrum sempit (khusus membunuh hewan sasaran) serta bersifat *biodegradable* (dapat terurai oleh mikroba) dan melakukan penyemprotan sesuai dengan aturan. Tidak membuang sisa obat ke sungai. Sedangkan pupuk organik yang larut dalam air dapat menyuburkan lingkungan air (eutrofikasi). Karena air kaya nutrisi, ganggang dan tumbuhan air tumbuh subur (*blooming*). Hal yang demikian akan mengancam kelestarian bendungan. Bendungan akan cepat dangkal dan akan menyebabkan biota air mati.

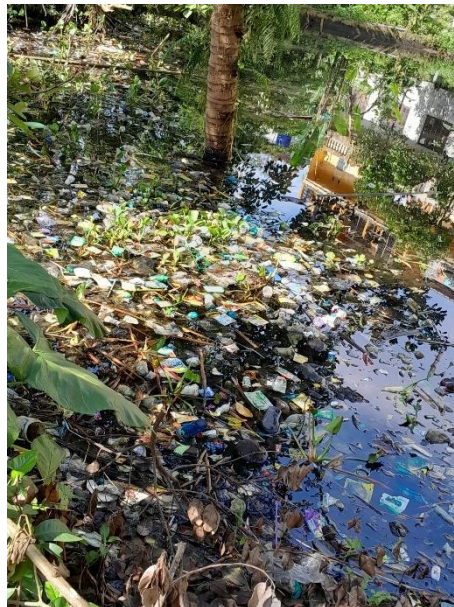
2) Limbah industri

Adanya sebagian industri yang membuang limbahnya ke air. Macam polutan yang dihasilkan tergantung pada jenis industri. Mungkin berupa polutan organik (berbau busuk), polutan anorganik (berbuih, berwarna), atau mungkin berupa polutan yang mengandung asam belerang (berbau busuk), atau berupa suhu (air menjadi panas). Di laut, sering terjadi kebocoran tanker minyak karena bertabrakan dengan kapal lain. Minyak yang ada di dalam kapal tumpah menggenangi lautan dalam jarak ratusan kilometer. Ikan, terumbu karang, burung laut, dan hewan-hewan laut banyak yang mati karenanya.

3) Limbah rumah tangga

Limbah rumah tangga yang cair merupakan sumber pencemaran air. Dari limbah rumah tangga cair dapat dijumpai berbagai bahan organik (misal sisa sayur, ikan, nasi, minyak, lemak, air buangan manusia) yang terbawa air got/parit, kemudian ikut aliran sungai. Adapun bahan-bahan anorganik seperti plastik, aluminium, dan botol yang hanyut terbawa arus air. Sampah bertimbun, menyumbat saluran air, dan mengakibatkan banjir. Bahan pencemar lain dari limbah rumah tangga adalah pencemar biologis berupa bibit penyakit, bakteri, dan

jamur. Bahan organik yang larut dalam air akan mengalami penguraian dan pembusukan. Akibatnya kadar oksigen dalam air turun drastis sehingga biota air akan mati. Jika pencemaran bahan organik meningkat, kita dapat menemui cacing *Tubifex* berwarna kemerahan bergerombol. Cacing ini merupakan petunjuk biologis (bioindikator) parahnya pencemaran oleh bahan organik dari limbah pemukiman. Di kota-kota, air got berwarna kehitaman dan mengeluarkan bau yang menyengat. Di dalam air got yang demikian tidak ada organisme hidup kecuali bakteri dan jamur. Dibandingkan dengan limbah industri, limbah rumah tangga di daerah perkotaan di Indonesia mencapai 60% dari seluruh limbah yang ada. Berikut contoh buangan limbah rumah tangga bisa dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Contoh Limbah Rumah Tangga di Cipeundeuy

Sumber: Dokumentasi Peneliti

4) Penangkapan ikan menggunakan racun

Sebagian penduduk dan nelayan ada yang menggunakan tuba (racun dari tumbuhan atau potas (racun) untuk menangkap ikan tangkapan, melainkan juga semua biota air. Racun tersebut tidak hanya hewan-hewan dewasa, tetapi juga hewan-hewan yang masih kecil. Dengan demikian racun yang disebarkan akan memusnahkan jenis makhluk hidup yang ada Di dalamnya. Kegiatan penangkapan ikan dengan cara tersebut mengakibatkan pencemaran di lingkungan perairan dan menurunkan sumber daya perairan.

b. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah merupakan pencemaran yang terjadi karena tanah sudah bercampur dengan zat asing atau bahan pencemar, baik berasal dari bahan organik maupun anorganik (Nurhayati et al., 2018). Menurut Dewata & Danhas (2018) Pencemaran tanah banyak diakibatkan oleh pembuangan sampah-sampah rumah tangga, pasar, industri, kegiatan pertanian, dan peternakan yang dibuang secara sembarangan. Contoh pembuangan sampah sembarangan bisa dilihat pada gambar 2.4. Sampah dapat dihancurkan oleh jasad-jasad renik menjadi mineral, gas, dan air, sehingga terbentuklah humus. Sampah organik itu misalnya dedaunan, jaringan hewan, kertas, dan kulit. Sampah-sampah tersebut tergolong sampah yang mudah terurai. Sedangkan sampah anorganik seperti besi, aluminium, kaca, dan bahan sintetik seperti plastik, sulit atau tidak dapat diuraikan. Bahan pencemar itu akan tetap utuh hingga 300 tahun yang akan datang. Bungkus plastik yang kita buang ke lingkungan akan tetap ada dan mungkin akan ditemukan oleh anak cucu kita setelah ratusan tahun kemudian.



Gambar 2. 4 Contoh Pembuangan Sampah Sembarangan di Citiis
Sumber: Dokumentasi Peneliti

Menurut Dewata & Danhas (2018) Akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran tanah antara lain :

- 1) Terganggunya kehidupan organisme (terutama mikroorganisme dalam tanah).
- 2) Berubahnya sifat kimia atau sifat fisika tanah sehingga tidak baik untuk pertumbuhan tanaman.

- 3) Mengubah dan mempengaruhi keseimbangan ekologi.

c. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah kondisi ketika udara di sekitar kita terkontaminasi oleh substansi kimia, partikel padat, atau bahan-bahan lain yang dapat membahayakan manusia, hewan, dan lingkungan. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari aktivitas manusia seperti industri, transportasi, pertanian, dan pembakaran bahan bakar fosil. Dalam beberapa dekade terakhir, pencemaran udara telah menjadi perhatian serius karena dampaknya yang merugikan. Salah satu sumber utama pencemaran udara adalah emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen dioksida (NO_2) yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil. Aktivitas industri dan kendaraan bermotor menjadi penyumbang utama emisi ini, menyebabkan perubahan iklim global dan efek rumah kaca yang merugikan. Berikut salah satu penyebab pencemaran udara yaitu pembakaran sampah bisa dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Pembakaran sampah di Sukawangi

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Menurut Dewata & Danhas (2018) Akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran udara antara lain :

- 1) Terganggunya kesehatan manusia, seperti batuk dan penyakit pernapasan (bronchitis, emfisema), dan kemungkinan kanker paru paru.
- 2) Rusaknya bangunan karena pelapukan, korosi pada logam, dan memudarnya warna cat.

- 3) Terganggunya pertumbuhan tanaman, seperti menguningnya daun atau kerdilnya tanaman akibat konsentrasi SO_2 yang tinggi atau gas yang bersifat asam.
- 4) Adanya peristiwa efek rumah kaca (*greenhouse effect*) yang dapat menaikkan suhu udara secara global serta dapat mengubah pola iklim bumi dan mencairkan es di kutub. Bila es meleleh maka permukaan laut akan naik sehingga mempengaruhi keseimbangan ekologi.
- 5) Terjadinya hujan asam yang disebabkan oleh pencemaran oksida nitrogen.

2.1.6.4. Upaya Mengatasi Permasalahan Lingkungan

Dalam perkembangan zaman yang menyesuaikan dengan populasi manusia dan kebutuhan sumber daya alam, kegiatan pelestarian lingkungan harus dilaksanakan agar tidak terjadi kerusakan lingkungan secara terus menerus. Upaya dalam melaksanakan kegiatan pelestarian lingkungan adalah dengan cara melakukan tindakan pengendalian terhadap pencemaran lingkungan yang terjadi. Menurut Dewata & Danhas (2018) menyatakan bahwa pengendalian pencemaran sendiri bertujuan untuk melindungi lingkungan sekitar yang berlandaskan pada kesadaran setiap manusia dengan membuat rencana yang terstruktur. Sebelum terjadi pencemaran lingkungan, ada kegiatan upaya pencegahan yaitu kebijakan secara hukum diantaranya:

- a. Upaya Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang diatur dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- b. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan yang diatur dalam PerMen LHK No 4 Tahun 2021 tentang Daftar Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib Memiliki Analisis Mengenai Dampak Mengenai Lingkungan Hidup, Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup atau Surat Pernyataan Kesanggupan Pengelolaan Dan Pemantauan Lingkungan Hidup.
- c. Pengendalian pencemaran air
 - 1) Undang-Undang No. 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air;
 - 2) KepMen LH No. 37 Tahun 2003 tentang Metode Analisis Kualitas Air Permukaan dan Pengambilan Contoh Air Permukaan;

- 3) KepMen LH No. 110 Tahun 2003 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air pada Sumber Air

d. Pengendalian pencemaran udara

- 1) Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara;
- 2) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 14 Tahun 2020 tentang Indeks Standar Pencemar Udara.
- 3) KepKa Bapedal No. 107 Tahun 1997 tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan serta Informasi Indeks Standar Pencemaran Udara.

Bentuk-bentuk dari pengendalian tersebut yaitu kegiatan pencegahan, penanggulangan, dan pemulihan yang dapat diatur, serta dilaksanakan oleh pemerintah, lembaga swasta, dan lembaga non pemerintah Untuk sasaran pengendalian yaitu berupa tanah, air dan udara (Dewata & Danhas, 2018). Tak hanya itu, masyarakat juga dapat berpartisipasi dalam mengatasi permasalahan lingkungan.

2.2. Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian sebelumnya terkait dengan pengaruh penggunaan *Artificial Intelligence* seperti *ChatGPT* belum secara spesifik membahas tentang dampaknya pada keterampilan proses sains peserta didik. Namun terdapat beberapa studi yang relevan dengan variabel penelitian ini. Penelitian oleh Mutiara et al., (2025) yang membahas Pengaruh Penggunaan Aplikasi *ChatGPT* Terhadap Hasil Belajar Peserta didik menyimpulkan hasil penelitiannya bahwa Penggunaan *ChatGPT* sebagai media pembelajaran secara signifikan meningkatkan hasil belajar peserta didik. Dengan pendekatan visual dan interaktif, aplikasi ini berhasil meningkatkan pemahaman peserta didik pada mata pelajaran Sistem Digital kelas X SMK Angkola Timur. Hal ini dibuktikan dengan kenaikan hasil rata-rata peserta didik yang cukup signifikan, yaitu dari 68,5 dalam pra tes menjadi 84 dalam posttest.

Penelitian yang dilakukan oleh Priska et al., (2024) membahas mengenai pengaruh model pembelajaran inkuiri terhadap hasil belajar biologi.. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa pengimplementasian model inkuiri berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik dengan bukti adanya peningkatan

skor rata-rata pretest atau sebelum diberi perlakuan yaitu 54,61 dan Namun setelah mendapatkan perlakuan melalui model pembelajaran inkuiri nilai rata-ratanya meningkat menjadi 84,38.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Putri Supriadi et al., (2022) menyatakan bahwa kehadiran teknologi AI merupakan terobosan di bidang pendidikan untuk memudahkan pembelajaran dan bisa memupuk kemandirian, tidak harus mengandalkan peran guru, tetapi guru bisa bergeser pada peran yang memberikan arahan dengan kata kunci yang substansial dan lebih penting lagi harus mengutamakan pada esensi mengajar yaitu pendidikan moral yang harus terjaga.

Penelitian yang dilakukan oleh Shaumuristi & Martini (2023) membahas mengenai pengaruh model pembelajaran inkuiri terstruktur terhadap hasil belajar pada materi keanekaragaman hayati. Hasil penelitian tersebut menyatakan sebanyak 13 peserta didik mendapat kategori peningkatan hasil belajar pengetahuan tinggi dan 3 peserta didik mendapat kategori peningkatan sedang. Hal ini menandakan bahwa semua peserta didik di kelas VII-D mengalami peningkatan hasil belajar secara keseluruhan dengan masing-masing kategori yang diukur dengan analisis N-Gain.

Penelitian yang dilakukan Ashari & Supardi (2024) membahas mengenai pengaruh model pembelajaran inkuiri terhadap keterampilan proses sains pada materi pencemaran lingkungan. Hasil penelitian tersebut menyatakan penerapan model inkuiri efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, hal ini didukung dari hasil perhitungan uji- t data *posttest* yang menunjukkan bahwa t_{hitung} (29,78) lebih besar dibandingkan dengan t_{tabel} (2,66).

Berdasarkan penelitian yang telah dikaji, terlihat bahwa penggunaan teknologi AI seperti *ChatGPT* telah menunjukkan manfaat dalam mendukung proses pembelajaran. Selain itu penerapan model *Inquiry learning* dapat meningkatkan hasil belajar dan keterampilan proses sains peserta didik pada materi biologi. Namun penelitian yang secara spesifik mengkaji kombinasi pengaruh *Inquiry learning* berbantuan *Artificial Intelligence* khususnya *ChatGPT* terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar kognitif peserta didik masih sangat terbatas. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan

tersebut dengan melakukan penelitian terkait Pengaruh *Inquiry learning* Berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik Pada Materi Perubahan Lingkungan di Kelas X SMAN 1 Singaparna Tahun Ajaran 2024/2025.

2.3.Kerangka Konseptual

Penerapan *inquiry learning* yang berfokus pada pembelajaran berbasis penemuan dan eksplorasi, mendorong peserta didik untuk lebih aktif dalam merancang eksperimen, mengumpulkan data, serta menganalisis dan menarik kesimpulan. Model ini dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik yang meliputi kemampuan untuk mengamati, mengidentifikasi masalah, merancang eksperimen, serta menganalisis dan menyimpulkan data secara sistematis. Jika keterampilan proses sains dapat diterapkan dengan baik dalam pembelajaran, tentu akan memberikan dampak baik terhadap hasil belajar peserta didik. Namun jika penerapan model *inquiry learning* tidak dibantu dengan fasilitas dan ilmu yang memadai mengakibatkan banyak memakan waktu dalam proses pembelajaran sehingga tujuan pembelajaran tidak tercapai dan mengakibatkan hasil belajar kognitif peserta didik turun.

Kendala yang dialami selama penerapan model *inquiry learning* seperti banyak memakan waktu karena proses pembelajaran tidak dibantu dengan fasilitas dan ilmu yang memadai perlu ditanggulangi. Guru harus mencari inovasi baru dalam pembelajaran tersebut. Salah satu inovasi yang bisa diterapkan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan memperoleh hasil belajar yang optimal yaitu menggabungkan *Artificial Intelligence* (AI) ke dalam proses pembelajaran, khususnya *inquiry learning*. Ketika pembelajaran ini didukung oleh teknologi AI, seperti sistem pembelajaran adaptif, analisis data otomatis, dan umpan balik *real-time*, peserta didik dapat memperoleh pengalaman yang lebih personal dan interaktif. AI juga dapat membantu peserta didik mengidentifikasi kesalahan dan memberikan rekomendasi untuk perbaikan, yang mempercepat pemahaman mereka terhadap konsep-konsep sains. Namun selama proses pembelajaran, guru juga harus tetap mendampingi peserta didik.

Berdasarkan uraian tersebut, diduga model *inquiry learning* berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) dapat meningkatkan keterampilan proses sains hasil belajar kognitif peserta didik pada materi perubahan lingkungan di kelas X SMAN 1 Singaparna.

2.4.Hipotesis Penelitian

Agar penelitian dapat sesuai dengan tujuan, maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

- H_0 : Penggunaan *Inquiry Learning* Berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) Tidak Berpengaruh Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik Pada Materi Perubahan Lingkungan di kelas X SMA Negeri 1 Singaparna.
- H_a : Penggunaan *Inquiry Learning* Berbantuan *Artificial Intelligence* (AI) Berpengaruh Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik Pada Materi Perubahan Lingkungan di kelas X SMA Negeri 1 Singaparna.