

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Teoritis

2.1.1 Hasil Belajar

1) Pengertian Hasil Belajar

Hasil belajar menurut Winkel (dalam Nurrita, 2018:174) menjelaskan bahwa hasil belajar adalah suatu kemampuan internal yang telah menjadi milik seseorang dan terdapat kemungkinan orang itu melakukan sesuatu sesuai dengan kemampuannya. Sedangkan menurut Nana Sudjana (dalam Nurrita, 2018:174) hasil belajar merupakan kompetensi yang dapat dicapai oleh peserta didik setelah kegiatan pembelajaran yang telah dirancang dan dilaksanakan oleh guru di sekolah dan kelas tertentu. Sejalan dengan Nana Sudjana, menurut Lestari (2015:118) hasil belajar adalah akibat proses belajar seseorang. Hasil belajar dapat berkaitan dengan perubahan pada diri seseorang, dimana bentuk perubahan yang terjadi yaitu Bentuk perubahan sebagai hasil dari belajar berupa perubahan pengetahuan, pemahaman, sikap dan tingkah laku, keterampilan dan kecakapan. Jadi dapat disimpulkan, bahwa hasil belajar merupakan hasil dari kecakapan atau kemampuan seseorang yang telah dicapai dari kegiatan pembelajaran. Hasil belajar juga berkaitan dengan perubahan dari seseorang yang belajar. Adapun bentuk perubahan dapat berupa perubahan pemahaman, pengetahuan, sikap dan tingkah laku, keterampilan, dan kecakapan.

2) Ranah Hasil Belajar

Dalam hasil belajar terdapat beberapa ranah yang digunakan untuk mengukur hasil belajar. Ranah hasil belajar yang paling terkemuka yaitu pendapat yang disampaikan oleh Bloom yang mengklasifikasikan hasil belajar dalam tiga ranah, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik. Terdapat beberapa indikator yang digunakan dalam mengukur hasil belajar peserta didik. Menurut Byram & Hu (dalam Ricardo & Meilani R I, 2017:85) yang membagi klasifikasi hasil belajar dalam 3 ranah, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Beragam penjelasan lanjutan dari teori Bloom dieksplikasi oleh para ilmuwan. Misalnya, Straus, Tetroe, & Graha (dalam Ricardo & Meilani R I, 2017:85) menjelaskan bahwa ranah kognitif menitikberatkan pada bagaimana peserta didik memperoleh pengetahuan akademik lewat metode pengajaran maupun penyampaian informasi; ranah afektif melibatkan pada sikap, nilai, dan keyakinan yang merupakan pemeran penting untuk perubahan tingkah laku; dan ranah psikomotorik merujuk pada bidang keterampilan dan pengembangan diri yang diaplikasikan oleh kinerja keterampilan maupun praktek dalam mengembangkan penguasaan keterampilan.

Adapun menurut Moore (dalam Ricardo & Meilani R I, 2017:85) ketiga ranah hasil belajar tersebut dijabarkan sebagai berikut.

1. Ranah kognitif, yaitu pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, penciptaan, dan evaluasi.
2. Ranah afektif, yaitu penerimaan, menjawab, penilaian, organisasi, dan penentuan ciri-ciri nilai.
3. Ranah psikomotorik, yaitu *fundamental movement*, *generic movement*, *ordinative movement*, dan *creative movement*.

Berdasarkan pemaparan diatas, dapat disimpulkan bahwa indikator hasil belajar peserta didik terdiri dari ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Ranah kognitif yaitu berfokus pada pengetahuan akademik dalam pembelajaran. Ranah afektif yaitu melibatkan pada sikap, penerimaan, penilaian, dan tingkah laku. Sedangkan ranah psikomotorik yaitu dapat merujuk pada keterampilan yang mumpuni pada peserta didik.

3) Taksonomi Bloom

Pada tahun 2001, Anderson dan Krathwohl menerbitkan revisi buku taksonomi Bloom. Perbedaan utama antara taksonomi yang asli dan taksonomi yang revisi adalah bahwa versi revisi memiliki dua dimensi yaitu dimensi pengetahuan dan dimensi kognitif. Dimensi pengetahuan mengklasifikasin jenis pengetahuan seorang peserta didik dengan fakta, konsep, prosedur, dan metakognisi. Dimensi

proses kognitif sangat mirip dengan taksonomi Bloom asli kecuali pada urutan dua kategori terakhir yang dibalik, yaitu pada evaluasi (C6) setelah direvisi menjadi C5 dan sintesis (C5) setelah direvisi menjadi C6 dengan sebutan mencipta. Berikut dimensi proses kognitif pada taksonomi bloom yang direvisi (Mahanal 2019:56-57)

- a) Mengingat (C1), merupakan proses mengingat kembali pengetahuan yang pernah diperoleh sebelumnya yang tersimpan dalam memori. Proses kognitif ini meliputi mengenali atau mengingat kembali (*recognition*) fakta dan konsep, memanggil kembali (*recalling*), mendeskripsikan (*describing*), mengidentifikasi (*identifying*).
- b) Memahami (C2), yaitu pemahaman dasar atau mengerti. Memahami berkaitan dengan teori belajar yang menekankan siswa membangun sebuah pengertian dari berbagai sumber seperti pesan, bacaan dan komunikasi. Proses kognitif dalam kategori ini meliputi mengklasifikasikan (*classification*), membandingkan (*comparing*), menginterpretasikan (*interpreting*), berpendapat (*inferring*), mencontohkan, meringkas, dan menjelaskan
- c) Menerapkan (C3), berarti menjalankan atau menerapkan prosedur untuk memecahkan masalah. Menerapkan berkaitan dengan dimensi pengetahuan prosedural (*procedural knowledge*). Proses kognitif menerapkan meliputi menjalankan prosedur (*executing*), mengimplementasikan (*implementing*), menyebarkan (*sharing*).
- d) Menganalisa (C4), berarti menguraikan informasi menjadi bagian-bagiannya, mencari keterkaitan antara bagian satu dengan bagian yang lain dalam kesatuan. Proses kognitif menganalisis meliputi memberi atribut (*attributeing*), mengorganisasikan (*organizing*), mengintegrasikan (*integrating*), mensahkan (*validating*).
- e) Mengevaluasi (C5), berarti menilai materi, metode yang diberikan, tujuan, berdasarkan kriteria atau standar yang sudah ada. Kriteria yang biasanya digunakan adalah kualitas, efektivitas, efisiensi, dan konsistensi. Proses kognitif mengevaluasi meliputi mengecek (*checking*), mengkritisi (*critiquing*), hipotesa (*hypothesising*), eksperimen (*experimenting*).

f) Menciptakan (C6), berarti menyatukan elemen-elemen yang berbeda untuk membentuk keseluruhan yang baru, atau mengatur ulang elemen yang ada untuk membentuk struktur baru. Proses kognitif menciptakan meliputi menggeneralisasikan (*generating*), merancang (*designing*), memproduksi (*producing*), merencanakan kembali (*devising*).

Dalam revisi taksonomi Bloom yang dilakukan oleh Anderson dan Krathwohl bahwa versi revisi memiliki dua dimensi yaitu dimensi pengetahuan dan dimensi kognitif. Dimensi pengetahuan mengklasifikasikan jenis pengetahuan seorang peserta didik dengan fakta, konsep, prosedur, dan metakognisi. Adapun dimensi pengetahuan taksonomi revisi menurut Anderson dan Krathwohl (dalam Gunawan & Paluti, 2017:109 -112)

a) Pengetahuan Faktual (K1)

Pengetahuan faktual meliputi elemen-elemen dasar yang digunakan oleh para pakar dalam menjelaskan, memahami, dan secara sistematis menata disiplin ilmu mereka. Pengetahuan faktual terbagi menjadi dua subjenis yaitu: (1) pengetahuan tentang terminologi; dan (2) pengetahuan tentang detail-detail dan elemen-elemen yang spesifik. Pengetahuan tentang terminologi melingkupi pengetahuan tentang label dan simbol verbal dan nonverbal (kata, angka, tanda, gambar). Pengetahuan tentang detail-detail dan elemen-elemen yang spesifik merupakan pengetahuan tentang peristiwa, lokasi, orang, tanggal, sumber informasi, dan semacamnya. Pengetahuan ini meliputi semua informasi yang mendetail dan spesifik, seperti tanggal terjadinya sebuah peristiwa.

b) Pengetahuan Konseptual (K2)

Pengetahuan konseptual mencakup pengetahuan tentang kategori, klasifikasi, dan hubungan antara dua atau lebih kategori pengetahuan yang lebih kompleks dan tertata. Pengetahuan konseptual terdiri dari tiga subjenis yaitu: (1) pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori; (2) pengetahuan tentang prinsip dan generalisasi; dan (3) pengetahuan tentang teori, model, dan struktur.

c) Pengetahuan Prosedural (K3)

Pengetahuan prosedural adalah pengetahuan tentang cara melakukan sesuatu. Pengetahuan prosedural berkaitan dengan pertanyaan bagaimana.

Pengetahuan prosedural ini terbagi menjadi tiga subjenis yaitu: (1) pengetahuan tentang keterampilan dalam bidang tertentu dan algoritma; (2) pengetahuan tentang teknik dan metode dalam bidang tertentu; dan (3) pengetahuan tentang kriteria untuk menentukan kapan harus menggunakan prosedur yang tepat.

d) Pengetahuan Metakognitif (K4)

Pengetahuan metakognitif merupakan dimensi baru dalam taksonomi revisi. Pencantuman pengetahuan metakognitif dalam kategori dimensi pengetahuan dilandasi oleh hasil penelitian-penelitian terbaru tentang peran penting pengetahuan siswa mengenai kognisi mereka sendiri dan kontrol mereka atas kognisi itu dalam aktivitas belajar Bransford, dkk; Sternberg; Zimmerman dan Schunk (dalam Gunawan & Paluti, 2017). Pengetahuan metakognitif terbagi menjadi tiga subjenis yaitu: (1) pengetahuan strategis; (2) pengetahuan tentang tugas-tugas kognitif yang meliputi pengetahuan kontekstual dan kondisional; dan (3) pengetahuan diri.

Berdasarkan penjelasan diatas mengenai taksonomi Bloom revisi, dapat disimpulkan bahwa pada taksonomi Bloom revisi terdapat perbedaan utama dengan taksonomi Bloom asli, yaitu pada taksonomi Bloom revisi memiliki dua dimensi yaitu dimensi pengetahuan dan dimensi kognitif. Pada dimensi pengetahuan terdapat empat pengetahuan yaitu pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan metakognitif.

4) Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar

Hasil belajar seseorang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Adapun faktor yang mempengaruhi hasil belajar menurut Majid (dalam Nurhasanah & Sobandi, 2016:130) yaitu Faktor internal peserta didik diantaranya meliputi gangguan kesehatan, cacat tubuh, faktor psikologis (intelegensi, minat belajar, perhatian, bakat, motivasi, kematangan dan kesiapan peserta didik), dan faktor kelelahan. Sedangkan faktor eksternal yang mempengaruhi proses dan hasil belajar peserta didik meliputi faktor keluarga, sekolah dan masyarakat.

Adapun mengenai pencapaian hasil belajar, menurut Wahidin (2019:15) pencapaian dari hasil belajar peserta didik dan keterampilan lulusan sering dikaitkan dengan kualitas guru dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan

pandangan bahwa untuk menciptakan lulusan yang bermutu, guru perlu meniadakan proses pembelajaran secara bermakna. Contoh dalam konteks ini Chickering dan Gamson (dalam Wahidin, 2019:15) menjelaskan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pembelajaran di sekolah adalah pembelajaran aktif. Dalam pembelajaran aktif terdapat tujuh prinsip yang perlu dilakukan oleh guru yang dapat dikategorikan sebagai faktor eksternal yang mempengaruhi hasil belajar yaitu;

1. menjalin hubungan dengan peserta didik
2. menggalakan kerjasama antara peserta didik
3. menggalakan penyertaan aktif ketika belajar
4. memberikan respon secara cepat kepada peserta didik
5. menekankan peserta didik untuk mengerjakan tugas-tugas
6. pemberitahuan tentang target/ekspektasi yang tinggi oleh guru
7. menghormati keberagaman kemampuan dan cara belajar.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa dalam kegiatan pembelajaran, hasil belajar peserta didik dan keterampilan lulusan dapat berkaitan dengan kualitas pembelajaran guru. Adapun faktor yang mempengaruhi kualitas pembelajaran di sekolah adalah pembelajaran aktif. Untuk menciptakan pembelajaran aktif terdapat 7 prinsip yang sudah dipaparkan di atas.

2.1.2 Keterampilan Metakognitif

1) Definisi Keterampilan Metakognitif

Istilah metakognisi diperkenalkan oleh John Flavell, seorang psikolog dari Universitas Stanford pada sekitar tahun 1976 metakognisi, yang dalam bahasa Inggris dinyatakan dengan *metacognition* didefinisikan sebagai kognisi tentang kognisi atau pengetahuan tentang pengetahuan. Nuryana, (2012:84). Adapun definisi keterampilan metakognitif menurut Flavell ((Aisyah et al., 2015:23) menyatakan bahwa keterampilan metakognitif merupakan kesadaran kognitif atau pengalaman afektif yang mengiringi usaha intelektual atau secara sederhana disebut sebagai pengetahuan dan kesadaran tentang kemampuan kognitif (*knowledge and*

cognition about cognitive phenomena). Kesadaran ini meliputi tentang monitoring terhadap pemahaman, memori, dan usaha kognitif. Semakin rendah kesadaran peserta didik untuk memonitor kemampuan kognitifnya, semakin rendah pula keterampilan metakognitif peserta didik.

Dari definisi yang disampaikan oleh beberapa ahli, dapat dinyatakan bahwa definisi metakognisi merupakan kognisi tentang kognisinya sendiri atau dapat dikatakan pengetahuan tentang pengetahuan. Keterampilan Metakognitif merupakan pengetahuan dan kesadaran tentang kemampuan kognitifnya. Dalam kesadaran kognitif meliputi monitoring terhadap pemahaman, memori, dan usaha kognitif.

2) Indikator Keterampilan Metakognitif

Pembelajaran dengan menerapkan keterampilan metakognitif menurut Suzana, Y. (dalam Iskandar, 2014:15) dapat membuat pembelajaran yang menanamkan kesadaran tentang merancang, memonitoring, serta mengntoril tentang apa yang peserta didik ketahui; apa yang diperlukan untuk mengerjakan dan bagaimana untuk melakukannya. Sejalan dengan Woolfolk (dalam Nuryana, 2012:85) terdapat keterampilan esensial yang dapat memungkinkan proses kognisi, anatra lain perencanaan, pemonitoran, pengevaluasian. Dari beberapa pendapat menurut para ahli, dapat disimpulkan komponen metakognitif terdiri dari perencanaan, pemonitoran, dan pengevaluasian.

Menurut Brown et all (dalam Schraw dan Dennision, 1994:460) menjelaskan bahwa metakognisi berfokus pada kemampuan seseorang dalam merenungkan, memahami, dan mengendalikan pembelajaran. Metakognisi telah dibedakan menjadi dua komponen utama yaitu pengetahuan tentang kognisi dan regulasi kognisi.

Berkaitan dengan dua komponen utama metakognitif, menurut Artzt et al (dalam Schraw dan Dennision, 1994:460) menyatakan bahwa pengetahuan tentang kognisi terdiri dari tiga subproses. Pertama, pengetahuan deklaratif, pengetahuan tersebut berisi tentang diri dan tentang strategi. Kedua, pengetahuan prosedural

yang berarti pengetahuan bagaimana menggunakan strategi. Ketiga, pengetahuan kondisional yang berarti pengetahuan tentang kapan dan mengapa menggunakan strategi. Selanjutnya mengenai regulasi kognisi mencakup beberapa aspek yang memfasilitasi pembelajaran. Adapun aspek tersebut yaitu perencanaan, strategi manajemen informasi, pemantauan pemahaman, strategi debugging, dan evaluasi.

Adapun indikator metakognitif Schraw dan Dennison, (1994:474-475) :

Pengetahuan kognisi

- 1) Pengetahuan deklaratif: pengetahuan tentang keterampilan, sumber daya intelektual, dan kemampuan seseorang sebagai pembelajar
- 2) Pengetahuan prosedural: pengetahuan tentang bagaimana menerapkan prosedur pembelajaran
- 3) Pengetahuan kondisi : pengetahuan tentang kapan dan mengapa menggunakan prosedur pembelajaran

Regulasi kognisi

- 1) Perencanaan: perencanaan, penetapan tujuan, dan mengalokasikan sumber daya sebelum belajar
- 2) Manajemen informasi : urutan keterampilan dan strategi yang digunakan secara online untuk memproses informasi secara lebih efisien (misalnya, mengatur, menguraikan, meringkas, fokus selektif)
- 3) Pemantauan : menilai penggunaan strategi atau pembelajaran seseorang
- 4) Debugging: strategi yang digunakan untuk memperbaiki pemahaman dan kesalahan kerja
- 5) Evaluasi : analisis efektivitas penampilan dan strategi setelah pembelajaran

Dari uraian dapat disimpulkan bahwa indikator metakognitif terdapat dua komponen utama yaitu pengetahuan kognisi dan regulasi kognisi. Adapun indikator pengetahuan kognisi meliputi pengetahuan deklaratif, pengetahuan procedural, dan pengetahuan kondisi. Sedangkan regulasi kognisi meliputi perencanaan, manajemen informasi pemantauan, debugging, dan evaluasi.

2.1.3 *Discovery Learning* berbantuan *Artificial Intelligence Learning System* (AILS)

A. *Discovery Learning*

1) Definisi *Discovery Learning*

Discovery Learning menurut Hosnan (dalam Salmi, 2019:4) merupakan suatu model untuk mengembangkan cara belajar aktif dengan menyelidiki dan menemukan sendiri sehingga hasil yang diperoleh akan tahan lama dan setia dalam ingatan. Dengan *discovery learning*, peserta didik dapat belajar berpikir analisis dan mencoba memecahkan masalah yang dihadapi. Adapun pengertian *discovery learning* menurut Kurniasih & Sani (dalam Salmi, 2019:4) *discovery learning* merupakan proses pembelajaran yang terjadi jika materi pembelajaran tidak disajikan dalam bentuk finalnya, tetapi diharapkan peserta didik dapat mengorganisasi sendiri.

Berdasarkan penjelasan dari para ahli mengenai *discovery learning*, dapat disimpulkan bahwa *discovery learning* merupakan suatu model pembelajaran menemukan, dimana dalam model ini peserta didik didorong untuk belajar sebagian besar melalui keterlibatan aktif mereka sendiri dalam menyelidiki, menemukan suatu konsep materi, dan mengorganisasi konsep yang ditemukan sehingga hasil yang diperoleh akan tahan lama dalam ingatan.

2) Ciri – Ciri *Discovery Learning*

Dari berbagai macam model pembelajaran yang diterapkan di sekolah, tentunya setiap model pembelajaran karakteristik atau ciri – ciri tertentu. Adapun ciri – ciri model *discovery learning*. Karakteristik *Discovery Learning* menurut Hosnan (dalam Neno & Samba, 2022:4), diantaranya:

- a) Mengeksplorasi dan memecahkan masalah untuk menciptakan, menggabungkan dan menggeneralisasi pengetahuan; artinya peserta didik berinisiatif untuk lebih mendalami dan meneliti dari setiap pembelajaran yang diberikan, sehingga menghasilkan kesimpulan sendiri dari suatu masalah yang diselidiki.

- b) Berpusat kepada peserta didik atau *Student Center*, artinya peserta didik yang berperan aktif dan mandiri dalam proses pembelajaran dan guru hanya berperan sebagai fasilitator. Sehingga pembelajaran akan menjadi sangat bermakna, karena dalam proses pembelajaran *discovery learning* lebih berpusat pada kebutuhan peserta didik, minat, bakat dan kemampuan siswa.
- c) Aktivitas menghubungkan pengetahuan baru dan pengetahuan yang sudah ada sebelumnya. Merupakan upaya yang dilakukan peserta didik bagaimana caranya kreatif dan imajinatif dalam menghubungkan pengetahuan baru yang diterima dengan pengetahuan yang sudah ada sebelumnya.

Jadi dapat disimpulkan, ciri – ciri dari model *discovery learning* yaitu, model ini mengeksplorasi dan memecahkan masalah, menggabungkan dan menggeneralisasi pengetahuan, berpusat pada peserta didik, dan menghubungkan pengetahuan baru dan pengetahuan yang sudah ada sebelumnya.

3) Tahapan Pelaksanaan *Discovery Learning*

Dalam melaksanakan pembelajaran menggunakan model *discovery learning*, terdapat tahapan dalam pelaksanaan. Adapun langkah – langkah operasional yang terdapat dalam model *discovery learning* menurut Neno & Samba (2022:10-11)

a) *Stimulasi* (pemberian rangsangan)

Stimulasi sangat penting dilakukan oleh guru pada awal pembelajaran. Stimulasi berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu peserta didik dalam mempelajari bahan pelajaran.

b) *Problem statement* (pernyataan/identifikasi masalah)

Peserta didik diberi kesempatan seluas-luasnya untuk mengenali masalah dari berbagai sumber, kemudian salah satunya dipilih guna menyusun hipotesis. Hipotesis merupakan jawaban sementara atas pertanyaan yang terdapat pada masalah tersebut, dan masih harus diselidiki kebenarannya.

c) *Data collecting* (pengumpulan data)

Mengumpulkan data merupakan kegiatan mengambil informasi dalam rangka menguji kebenaran hipotesis. Kegiatan mengumpulkan data bertujuan penting dalam proses pengembangan berpikir peserta didik. Saat mengumpulkan data, ketekunan, dan kegigihan mencari informasi peserta didik diuji. Ketekunan peserta didik dalam mengumpulkan data juga dipengaruhi oleh pertanyaan guru. Pertanyaan guru yang baik dapat merangsang peserta didik untuk mencari jawabannya dengan baik pula. Pada tahap pengumpulan data ini, peserta didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan berbagai informasi yang relevan, membaca literature, mengamati objek, wawancara dengan narasumber, melakukan uji coba sendiri, dan sebagainya.

d) *Data processing* (pengolahan data)

Peserta didik diarahkan untuk mengolah data setelah data terkumpul. Bisa jadi pada tahap ini, peserta didik akan banyak mengalami kesulitan, karena dalam proses pengolahan data dibutuhkan kemampuan berpikir. Peserta didik diharuskan untuk mengolah, mengacak, menggolongkan dan membuat daftar atau tabel.

e) *Verification* (pembuktian)

Peserta didik dibimbing untuk mencermati dan membuktikan hipotesis yang telah disusun, dengan menghubungkan pada hasil pengolahan data. Tujuan pembuktian ini yaitu untuk memberikan pengalaman belajar yang bermakna, karena peserta didik diberi kesempatan seluas-luasnya untuk menemukan konsep teori, aturan, pemahaman, melalui contoh yang dijumpai dalam kehidupan.

f) *Generalization* (menarik kesimpulan/generalisasi)

Menarik kesimpulan merupakan proses menguraikan temuan yang diperoleh berdasarkan pada hasil pengujian hipotesis. Dalam pembelajaran, menarik kesimpulan merupakan suatu keharusan, supaya peserta didik dapat menemukan jawaban setelah melalui proses berpikir dalam mencari data. Kesimpulan akan mengiring peserta didik pada sebuah bentuk pengetahuan yang akurat.

4) Kelebihan dan Kekurangan *Discovery Learning*

Beberapa kelebihan dapat diperoleh dalam menggunakan model *discovery learning* menurut Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Kebudayaan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (dalam Neno & Samba, 2022:7) adalah sebagai berikut.

- a. Membantu peserta didik untuk memperbaiki dan meningkatkan keterampilan keterampilan serta proses kognitif.
- b. Pengetahuan yang diperoleh melalui metode ini sangat pribadi dan ampuh karena menguatkan pengertian dan transfer.
- c. Menimbulkan rasa senang pada peserta didik karena tumbuhnya rasa menyelidiki dan berhasil.
- d. Model ini memungkinkan peserta didik berkembang dengan cepat sesuai dengan kecepatan sendiri.
- e. Menyebabkan peserta didik mengarahkan kegiatan belajarnya sendiri dengan melibatkan akalanya dan motivasi sendiri.
- f. Model ini dapat membantu peserta didik memperkuat konsep dirinya, karena memperoleh kepercayaan bekerja sama dengan yang lainnya.
- g. Berpusat pada peserta didik dan guru yang sama-sama aktif mengeluarkan gagasan-gagasan. Bahkan guru pun dapat bertindak sebagai peserta didik dan sebagai peneliti dalam situasi diskusi.
- h. Membantu didik dalam menghilangkan skeptisisme peserta (keragu-raguan) karena mengarah pada kebenaran yang final dan tertentu atau pasti.
- i. Peserta didik akan mengerti konsep dasar dan ide-ide lebih baik.
- j. Membantu dan mengembangkan ingatan dan transfer kepada situasi proses belajar yang baru.
- k. Mendorong peserta didik berpikir dan bekerja atas inisiatif sendiri.
- l. Mendorong peserta didik berpikir intuisi dan merumuskan hipotesis sendiri.
- m. Memberikan keputusan yang bersifat intrinsik, sehingga situasi proses belajar menjadi lebih terangsang.

- n. Proses belajar meliputi sesama aspeknya peserta didik menuju pada pembentukan manusia seutuhnya.
- o. Meningkatkan tingkat penghargaan pada peserta didik
- p. Kemungkinan peserta didik belajar dengan memanfaatkan berbagai jenis sumber belajar.
- q. Dapat mengembangkan bakat dan kecakapan individu

Sedangkan menurut Kurniasih (dalam Neno & Samba, 2022), metode *Discovery Learning* juga memiliki beberapa kelemahan atau kekurangan, antara lain sebagai berikut:

- a. Metode ini menimbulkan asumsi bahwa ada kesiapan pikiran untuk belajar.
- b. Metode ini tidak efisien untuk mengajar jumlah peserta didik yang banyak, karena membutuhkan waktu yang lama untuk membantu mereka menemukan teori untuk pemecahan masalah lainnya.
- c. Harapan-harapan yang terkandung dalam metode ini dapat buyar berhadapan dengan peserta didik dan guru yang telah terbiasa dengan cara- cara belajar yang lama.
- d. Pengajaran *discovery* lebih cocok untuk mengembangkan pemahaman. Sedangkan mengembangkan aspek konsep, keterampilan dan emosi secara keseluruhan kurang mendapat perhatian.
- e. Pada beberapa disiplin ilmu, misalnya IPA kurang fasilitas untuk mengukur gagasan yang dikemukakan oleh para peserta didik.
- f. Tidak menyediakan kesempatan-kesempatan untuk berpikir yang akan ditemukan oleh peserta didik karena telah dipilih terlebih dahulu oleh guru.

B. *Artificial Intelligence Learning System (AILS)*

Pengertian *Artificial Intelligence Learning System (AILS)* menurut Utomo dan Sari (dalam Wahidin, 2023:470) AILS adalah sistem instruksional yang memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan untuk menyesuaikan pengalaman belajar bagi individu siswa. *Artificial Intelligence Learning System (AILS)* merupakan gabungan dari dua kata yaitu *Artificial Intelligence* dan *Learning*

System. Adapun pengertian dari *Artificial Intelligence* adalah kecerdasan buatan merupakan kecerdasan yang ditampilkan dalam suatu sistem, mesin ataupun program. Sedangkan *Learning System* atau sistem pembelajaran merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Jadi *Artificial Intelligence Learning System* (AILS) adalah suatu sistem yang memanfaatkan kecerdasan buatan yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Secara singkatnya *Artificial Intelligence Learning System* (AILS) merupakan sistem pembelajaran yang terintegrasi dengan kecerdasan buatan.

1) Definisi *Artificial Intelligence*

Menurut John Mc Carthy (dalam Sobron & Lubis, 2021:1) *Artificial Intelligence* adalah untuk mengetahui dan memodelkan proses–proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan perilaku manusia. Cerdas, berarti memiliki pengetahuan ditambah pengalaman, penalaran (bagaimana membuat keputusan dan mengambil tindakan), moral yang baik. Sejalan dengan Sobron, menurut Popenici dan Kerr (dalam Rahadiantino, 2022:93) mendefinisikan secara sederhana *artificial intelligence* sebagai kecerdasan yang ditampilkan oleh sebuah sistem, mesin, ataupun program.

Masih berkaitan dengan definisi *Artificial Intelligence* beberapa pendapat dikemukakan oleh para ahli tentang teknologi AI. Luckin et al (dalam Pratikno, 2017:20) berpendapat bahwa AI sebagai suatu sistem komputer yang dirancang untuk berinteraksi dengan dunia melalui kemampuan-kemampuan tertentu dan perilaku intelijen yang kita sadari seperti manusia pada umumnya. Hal tersebut dikuatkan oleh Colen (dalam Pratikno, 2017:20) yang menyatakan bahwa *artificial intelligence* merupakan teori yang mendasari tentang mekanisme suatu kecerdasan serta metode empirik untuk membangun dan menguji kemungkinan-kemungkinan model dalam mendukung suatu teori.

Berkaitan dengan *artificial intelligence*, menurut Rahadiantino (2022:93) *artificial intelligence* dapat memungkinkan suatu komputer untuk memproses banyak data informasi serta memberikan kesimpulan yang berbasis komputer dan

dalam waktu yang cepat dan relative singkat. Masih menurut Rahadiantino (2022:93) tugas dari *artificial intelligence* adalah membangun suatu sistem perilaku yang dapat meniru fungsi otak manusia dan dikendalikan oleh sistem kompoter manusia

Adapun penjelasan menurut Rahadiantino (2022:93) yang menjelaskan bahwa *artificial intelligence* untuk mengetahui dan memodelkan proses-proses berpikir manusia dan meniru fungsi otak manusia. Hal tersebut dapat diperkuat menurut Jamaaluddin & Indah (2021:5) bahwa sistem berpikir layaknya manusia “*Thinking Humanly*”. Kemampuan melakukan berpikir sebagaimana yang dilakukan manusia ini dimanifestasikan oleh suatu bahasa pemograman yang dapat melakukan proses berpikir sebagaimana manusia melakukan proses berpikir. Adapun untuk pemrogramnya harus memasukan bagaimana cara dan pola manusia ke dalam komputer sehingga komputer nantinya dapat melakukan pengambilan keputusan yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang muncul

Dari beberapa definisi *Artificial Intelligence* yang dijelaskan oleh para ahli, dapat disimpulkan bahwa *Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan merupakan kecerdasan yang ditampilkan dalam suatu sistem, mesin ataupun program. *Artificial Intelligence* merupakan bagian dari sistem komputer yang memiliki kemampuan tertentu dan perilaku intelejen yang mirip dengan manusia. Adapun *Artificial Intelligence* dapat memberikan dan memproses informasi serta kesimpulan berbasis kompiuter dengan waktu yang relative singkat.

2) Kelebihan dan Kekurangan *Artificial Intelligence*

Adapun kelebihan dan kekurangan *artificial intelligence* menurut Jamaaluddin & Indah (2021:10) AI memiliki kelebihan kelebihan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia, antara lain:

- 1) AI bersifat netral tidak melihat siapa yang menggunakannya. Keputusan yang telah diambil benar dan pas tidak mengenal pertimbangan pertimbangan.
- 2) AI bersifat permanen dan tidak bisa diubah kembali. Dia dapat dipergunakan secara berulang ulang.

Sedangkan kerugian dengan dipakainya AI adalah sistem akan berjalan dengan rajin dan dapat bekerja terus menerus, tetapi jika diberikan suatu yang berbeda dengan apa yang telah dikodingkan, maka sistem tidak akan dapat menerima. Dari pernyataan yang disampaikan beberapa peneliti mengenai kelebihan dan kekurangan *artificial intelligence*, dapat disimpulkan bahwa kelebihan *artificial intelligence* bersifat permanen dan tidak dapat diubah selama sistem komputer dan program tidak mengubahnya, cara kerja lebih cepat, hasil lebih baik dan keputusan yang diambil benar dan pas tidak mengenal pertimbangan.

3) Definisi *Learning System*

Bermula dari sistem, menurut Marwiji (2018:1) Sistem adalah sekumpulan benda yang memiliki hubungan diantara mereka. Sistem adalah suatu kelompok unsur yang saling berinteraksi, saling terkait atau ketergantungan satu sama lain yang membentuk satu keseluruhan yang kompleks. Sejalan dengan Marwiji, menurut Pribadi (2009:24) sistem dapat dimaknai sebagai suatu *entity* atau keseluruhan yang memiliki komponen-komponen saling berinterfungsi untuk mencapai suatu tujuan yang telah ditetapkan.

Selanjutnya mengenai pembelajaran, menurut Patricia L. Smith dan Tillman J. Ragan (dalam Pribadi, 2009:8) mengemukakan bahwa pembelajaran adalah pengembangan dan penyampaian informasi dan kegiatan yang diciptakan untuk memfasilitasi pencapaian tujuan yang spesifik. Lebih lanjut Pribadi (2009:11) menjelaskan bahwa Pembelajaran adalah proses yang sengaja dirancang untuk menciptakan terjadinya aktivitas belajar dalam diri individu. Dengan kata lain, pembelajaran merupakan sesuatu hal yang bersifat eksternal dan sengaja dirancang untuk mendukung terjadinya proses belajar internal dalam diri individu. Dari definisi mengenai sistem dan pembelajaran, dapat disimpulkan bahwa *learning system* atau sistem pembelajaran merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Mengenai sistem pembelajaran, menurut Marwiji (2018:8) setiap pendidik wajib memahami tujuan dan hasil pembelajaran sesuai dengan yang diharapkan. Hal tersebut karena sistem pembelajaran merupakan kegiatan yang melibatkan berbagai komponen didalamnya, sehingga pendidik harus memahami sistem pembelajaran. Dengan menerapkan sistem pembelajaran diharapkan pendidik dapat merancang atau merencanakan suatu proses pembelajaran. Perencanaan merupakan proses dan cara berpikir yang dapat membantu menciptakan hasil yang diharapkan.

4) Komponen *Learning System*

Dalam sistem pembelajaran, tentunya terdapat komponen – komponen untuk mencapai tujuan pembelajaran. Adapun komponen pembelajaran Menurut Marwiji, (2018:16) yaitu :

- 1) Tujuan, Semuanya tergantung pada tujuan yang ingin dicapai. Sesuai dengan standar isi, kurikulum yang berlaku untuk setiap satuan pendidikan adalah kurikulum berbasis kompetensi, kurikulum berbasis kompetensi ini diharapkan mampu memecahkan berbagai persoalan bangsa, khususnya dalam bidang pendidikan, dengan mempersiapkan peserta didik, melalui perencanaan pelaksanaan evaluasi terhadap sistem pendidikan secara efektif dan efisien.
- 2) Isi/materi, Dalam konteks tertentu, materi pelajaran merupakan inti dalam proses pembelajaran, artinya sering terjadi proses pembelajaran diartikan sebagai proses penyampaian materi.
- 3) Strategi/metode adalah komponen yang juga mempunyai fungsi yang sangat menentukan keberhasilan pencapaian tujuan. Bagaimanapun lengkap dan jelasnya komponen lain, tanpa dapat diimplementasikan melalui strategi yang tepat maka komponen-komponen tersebut tidak akan memiliki makna dalam proses pencapaian tujuan.
- 4) Alat dan sumber , Dalam kemajuan teknologi seperti sekarang ini memungkinkan peserta didik dapat belajar dari mana saja dan kapan saja dengan memanfaatkan hasil-hasil teknologi

5) Evaluasi, Evaluasi bukan saja berfungsi untuk melihat keberhasilan peserta didik dalam proses pembelajaran, tetapi juga berfungsi sebagai umpan balik bagi guru atas kinerjanya dalam pengelolaan pembelajaran, melalui evaluasi kita dapat melihat kekurangan dalam pemanfaatan berbagai komponen sistem pembelajaran.

Jadi dapat disimpulkan, agar suatu sistem pembelajaran dapat tercapai, terdapat komponen – komponen yang mendukung yaitu, adanya tujuan. Sejalan dengan pengertian sistem yaitu untuk mencapai tujuan tertentu, maka dari itu pada sistem pembelajaran harus terdapat tujuan agar berjalan sesuai dengan semestinya, selanjutnya ada isi/materi, dalam pembelajaran terdapat penyampaian materi, untuk itu materi merupakan inti dari pembelajaran. kemudian strategi atau metode yang sangat menentukan keberhasilan pencapaian tujuan. Selanjutnya ada alat dan sumber, tentunya dalam sistem pembelajaran perlunya alat dan sumber yang mendukung pembelajaran agar tujuan pembelajaran tercapai. Terakhir yaitu evaluasi, dengan adanya evaluasi ini dapat melihat keberhasilan peserta didik maupun tenaga pendidik dalam pembelajaran dan dari hasil evaluasi tersebut dapat dijadikan proyeksi untuk kedepannya.

C. *Internet Of Think*

Menurut Kevin Ashton dalam Prasetyo (2017:29) *Internet of Things (IoT)* merupakan satu *set things* yang saling terkoneksi melalui internet. Sedangkan *things* itu sendiri dapat berupa *tags*, sensor, manusia, dan *actuator*. Adapun menurut Efendi (2018:20) menjelaskan bahawa *internet of thing* merupakan suatu gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi antara satu dengan yang lainnya yang merupakan sebagai bagian dari suatu kesatuan sistem terpadu yang terhubung dengan jaringan internet. Sejalan dengan sejalan dengan Efendi, menurut Keoh, Kumar, & Tschofenig (dalam Rahmadhani & Arum, 2022:574) *internet of things* adalah suatu perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan yang dapat mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang saling bekerjasama yang dibuhungkan melauai jaringan

internet. Dari pengertian yang sudah dijelaskan oleh para ahli, dapat disimpulkan bahwa *internet of things* merupakan suatu bagian sistem terpadu yang terhubung dengan jaringan internet.

Menurut Suresh et al (dalam Rahmadhani & Arum, 2022:574) tugas dari *Internet Of Things* (IoT) adalah menjembatani antara dunia fisik dan dunia informasi. Seperti bagaimana mengolah data yang diperoleh dari peralatan elektronik melalui sebuah *interface* antara pengguna dan peralatan itu. sensor mengumpulkan data mentah fisik dari skenario real time dan mengkonversikan ke dalam mesin format yang dimengerti sehingga akan mudah dipertukarkan antara berbagai bentuk format data (Thing). Adapun fungsi Iot menurut Prasetiyo (2017:29) yaitu IoT berfungsi mengumpulkan data dan informasi dari lingkungan fisik (*environment*), data-data ini kemudian akan diproses agar dapat dipahami maknanya. Adapun tujuan dari *internet of things* menurut Prasetiyo (2017:29) yaitu IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari sebuah konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuannya antara lain berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Dapat disimpulkan bahwa *Internet of Things* (IoT) memiliki tugas untuk menghubungkan atau menjembatani antara dunia fisik dengan dunia informasi. Sedangkan fungsi dari *Internet of Things* (IoT) adalah mengumpulkan data dan informasi agar dapat dipahami maknanya.

D. *Aplication Progamming Interface*

Menurut Muri et al., (2019:88) *Application Programming Interface* (API) memberikan konsep fungsi antarmuka pemrograman aplikasi, yang menjadi salah satu cara agar suatu aplikasi dapat diakses dan dimanfaatkan oleh pihak lain dan saling komunikasi antar sistem meskipun berbeda *platform*. Sejalan dengan Fuadi, menurut Irian & Yudhistira (2021:22) *Application programming interface* (API) merupakan suatu dokumentasi yang terdiri dari *interface*, fungsi, kelas, struktur dan sebagainya untuk membangun sebuah perangkat lunak. Masih mengenai definisi API, Adapun API menurut Wijonarko & Mulya (dalam Muri et al., 2019:89) yaitu

Application Programming Interface (API) adalah konsep fungsi antarmuka pemrograman aplikasi, yang menjadi salah satu cara agar suatu aplikasi dapat diakses dan dimanfaatkan oleh pihak lain tanpa mengubah struktur kode utama maupun *database* sistem, serta memudahkan komunikasi antar sistem meskipun berbeda *platform*. Jadi dapat disimpulkan bahwa *Application Programming Interface* merupakan sesuatu yang memiliki fungsi antarmuka pemrograman aplikasi agar suatu informasi dapat diakses dan dimanfaatkan oleh pihak lain tanpa mengubah struktur kode atau database system. *Application Programming Interface* dapat digunakan untuk membangun sebuah perangkat lunak karena API sebuah dokumentasi yang terdiri dari *interface*, fungsi, kelas, dan struktur.

Adapun fungsi *Application Programming Interface* (API) menurut M. F. Ramadhani (dalam Irian & Yudhistira, 2021:22) yaitu dapat memudahkan programmer dalam membongkar suatu *software* dan dapat dikembangkan dan diintegrasikan ke *software* lainnya. Masih menurut Ramadhani, API juga dapat dikatakan sebagai jembatan atau penghubung suatu aplikasi dengan aplikasi lainnya yang memungkinkan programmer menggunakan system function, yang mana dalam proses ini dikelola melalui system operasi. Jadi dapat disimpulkan bahwa fungsi dari *Application Programming Interface* (API) adalah untuk memudahkan programmer dalam membongkar suatu software untuk nantinya dikembangkan dan diintegrasikan ke *software* lainnya.

E. *Machine Learning*

Machine learning Goldberg & Holland (dalam Roihan et al., 2020:76) dapat didefinisikan sebagai aplikasi komputer dan algoritma matematika yang diadopsi dengan cara pembelajaran yang berasal dari data dan menghasilkan prediksi di masa yang akan datang. Menurut Huang, Zhu, & Siew (dalam Roihan et al., 2020:76) proses pembelajaran yang dimaksud yaitu suatu usaha dalam memperoleh kecerdasan melalui dua tahap yaitu Latihan dan pengujian. Selain itu, menurut . J. Russell and P. (dalam Purnomo & Yuhana, 2016:214) *machine learning* merupakan suatu teknik pembelajaran yang diterapkan pada mesin sehingga mesin dapat meniru kecerdasan yang dimiliki oleh manusia. Jadi dapat disimpulkan bahwa

machine learning merupakan bidang keilmuan tentang membuat program yang diterapkan pada mesin sehingga mesin dapat meniru kecerdasan yang dimiliki manusia atau mesin dapat belajar dari lingkungan sekitar sehingga dapat memiliki pengetahuan yang berkembang.

F. *Learning Management System*

Learning Management System menurut Ni'am (2013:13) merupakan aplikasi perangkat lunak yang secara otomatis dapat menangani administrasi, pelaksanaan, dan pelaporan dari sebuah aktivitas pelatihan. Selanjutnya menurut Mahnegar (dalam Fitriani, 2020:3) menyatakan bahwa *Learning Management System* (LMS) adalah suatu aplikasi perangkat lunak yang digunakan untuk mengatur atau mengolah pembelajaran secara daring atau *online* yang mencakup berbagai aspek antara lain materi, penempatan, pengelolaan, dan penilaian. Dari definisi *Learning Management System* (LMS) yang dikemukakan oleh para ahli, dapat disimpulkan bahwa *Learning Management System* merupakan sebuah sistem aplikasi perangkat lunak yang secara otomatis dapat digunakan untuk mengelola pembelajaran yang meliputi berbagai aspek seperti administrasi, materi, penempatan, penilaian, dan lain sebagainya.

Adapun menurut Raharja, et al (dalam Fitriani, 2020:4) di dalam dalam *Learning Management System* (LMS) terdapat fitur yang dapat memenuhi kebutuhan dalam pembelajaran antara lain seperti penyampaian materi pembelajaran, ujian secara *online*, kemudahan dalam mengakses sumber belajar ke sumber referensi, penilaian, pengumpulan *feedback*, dan komunikasi yang mencakup diskusi *online*, *chat*, dan *mailing list* diskusi. Berikut merupakan contoh *Learning Management System* (LMS) yang biasa digunakan dalam pembelajaran di sekolah menurut Putra et al., (2020) antara lain *Quipper School*, *Kelase*, *Kelas Kita*, *dan Sekolah Pintar*, *Edmodo*, *Schoology*, *GeSchool*, *Learnboost*, *Medidu* dan masih banyak lagi.

Adapun *Learning Management System* (LMS) memiliki fungsi menurut Elis dalam (Ni'am, 2013:13) sebagai berikut:

- a. Memusatkan dan mengotomisasi administrasi
- b. Mampu menyediakan layanan dan panduan yang dapat dilakukan oleh *user* sendiri, tanpa melibatkan orang lain
- c. Merangkai dan menyajikan konten pembelajaran secara berkala
- d. Menggunakan *web-bases platform* sebagai platform aplikasinya
- e. Mendukung kemudahan portabilitas dan standarisasi yang lebih baik
- f. Mengatur konten pembelajaran yang sifatnya *reuse*.

G. *Perplexity*

1) Definisi *Perplexity*

Perplexity menurut Kartini (2023) merupakan salah satu teknologi berbasis AI atau kecerdasan buatan. Cara kerjanya sama dengan *search engine* atau mesin pencari di internet, namun berbentuk *chatbot* dan berbasis teknologi kecerdasan buatan. Adapun menurut Basmatulhana (2023) *Perplexity* merupakan kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* (AI) berupa mesin pencarian yang dioperasikan seperti *chatbot*. Ketika pengguna memasukkan pertanyaan ke dalam kolom yang tersedia, AI ini akan memberikan jawabannya. Hebatnya lagi, *Perplexity* tidak hanya sekadar menyajikan jawaban sesuai instruksi yang diberikan, tetapi juga mencantumkan sumber dari mana jawaban tersebut berasal. Dapat disimpulkan bahwa *perplexity* merupakan suatu mesin pencarian berbasis *artificial intelligence* yang berbentuk *chatbot*.

2) Cara Penggunaan *Perplexity*

Adapun cara penggunaan *perplexity* menurut Kartini (2023) yaitu :

- a) Buka website *Perplexity* AI melalui *Google Chrome*.
- b) Untuk menemukan websitenya, bisa dengan mengetik kata kunci atau langsung melalui link berikut <https://www.perplexity.ai/>
- c) Masukkan pertanyaan pada kolom pencarian, dan klik logo panah berwarna hijau.
- d) Tunggu sistem menampilkan jawaban dari pertanyaan tersebut beserta sumber yang digunakan.

3) Kelebihan dan Kekurangan *Perplexity*

Dalam penggunaan *perplexity* terdapat kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan *perplexity* menurut Kartini (2023) yaitu:

- a) Lebih cepat dalam memuat jawaban
- b) Minim *bug* dan *crash* pada saat dioperasikan
- c) Lebih lengkap dan rinci dalam memberikan jawaban

Dapat disimpulkan bahwa kelebihan yang dimiliki *perplexity* yaitu lebih cepat dalam mencari materi lebih lengkap, dan rinci dalam menemukan materi.

Selanjutnya kekurangan yang dimiliki *perplexity* menurut Lyman (2023) yaitu penyajian informasi belum menggunakan bahasa yang mengalir dan alami seperti manusia pada umumnya.

2.1.3 Deskripsi Materi

1) Pengertian dan Penyusun Ekosistem

Menurut Maknun (2017:39) Pengertian ekosistem secara luas adalah hubungan makhluk hidup dengan lingkungannya (biotik dan abiotik), masing-masing bersifat saling mempengaruhi dan diperlukan keberadaannya untuk memelihara kehidupan yang seimbang, selaras dan harmonis. Di dalam ekosistem terdapat makhluk hidup (biotik) dan lingkungan yang tidak hidup (abioik).

a. Komponen Biotik

Manusia, hewan dan tumbuhan termasuk komponen biotik yang terdapat dalam suatu ekosistem. Komponen biotik di bedakan menjadi 3 golongan yaitu produsen, konsumen dan dekomposer.

1) Produsen

Semua produsen dapat menghasilkan makanannya sendiri sehingga disebut organisme autotrof. Sebagai produsen, tumbuhan hijau mnghasilkan makanan (karbohidrat) melalui proses fotosintesis. Makanan di manfaatkan oleh tumbuhan

itu sendiri maupun makhluk hidup lainnya. Dengan demikian produsen merupakan sumber energi utama bagi organisme lain, yaitu konsumen.

2) Konsumen

Semua konsumen tidak dapat membuat makanan sendiri di dalam tubuhnya sehingga disebut heterotrof. Mereka mendapatkan zat-zat organik yang telah di bentuk oleh produsen, atau dari konsumen lain yang menjadi mangsanya. Berdasarkan jenis makanannya, konsumen di kelompokkan sebagai berikut:

- a. Pemakan tumbuhan (herbivora), misalnya kambing, kerbau, kelinci dan sapi.
- b. Pemakan daging (karnivora), misalnya harimau, burung, elang, dan serigala.
- c. Pemakan tumbuhan dan daging (omnivora), misalnya tikus.

3) Dekomposer

Kelompok ini berperan penting dalam ekosistem. Jika kelompok ini tidak ada, kita akan melihat sampah yang mennggunung dan makhluk hidup yang mati tetap utuh selamanya. Dekomposer berperan sebagai pengurai, yang menguraikan zat-zat organik (dari bangkai) menjadi zat-zat organik penyusun

b. Komponen Abiotik

Komponen abiotik merupakan komponen yang kedua dalam ekosistem ditinjau dari aspek kehidupan. Komponen ini terdiri dari bahan tak hidup berupa unsur-unsur fisik (lingkungan) dan unsur-unsur kimia (senyawa organik dan senyawa anorganik), misalnya tanah, air, udara, sinar matahari dan sebagainya, yang berada di lingkungan dalam bentuk medium atau substrat melangsungkan kehidupan. Misalnya pada ekosistem danau ditemukan komponen abiotik yang terdiri dari senyawa anorganik seperti H₂O, CO₂, O₂, K, Na, dan P, dan senyawa organik seperti senyawa asam amino dan senyawa karbon (humus). Bagian dari komponen abiotik adalah :

1) Tanah

Sifat-sifat fisik tanah yang berperan dalam ekosistem meliputi tekstur, kematangan, dan kemampuan menahan air.

2) Air

Hal-hal penting pada air yang mempengaruhi kehidupan makhluk hidup adalah suhu air, kadar mineral air, salinitas, arus air, penguapan, dan kedalaman air.

3) Udara

Udara merupakan lingkungan abiotik yang berupa gas. Gas itu berbentuk atmosfer yang melingkupi makhluk hidup. Oksigen, karbon dioksida, dan nitrogen merupakan gas yang paling penting bagi kehidupan makhluk hidup.

4) Cahaya matahari

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi kehidupan di bumi ini. Namun demikian, penyebaran cahaya di bumi belum merata. Oleh karena itu, organisme harus menyesuaikan diri dengan lingkungan yang intensitas dan kualitas cahayanya berbeda.

Setiap makhluk hidup memerlukan suhu optimum untuk kegiatan metabolisme dan perkembangbiakannya. Dari aspek jenjang makan, ekosistem terdiri dari komponen autotrofik dan komponen heterotrofik, yang ditekankan pada level transfer energi

1. Komponen Autotropik

Kata Autotropik berasal dari kata Auto yang berarti sendiri dan trophikos yang berarti menyediakan makan. Autotrof adalah organisme yang mampu menyediakan/ mensintesis makanan sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi seperti matahari dan kimia. Komponen autotrof berfungsi sebagai produsen, contohnya tumbuh-tumbuhan hijau. Komponen autotropik (memberi makanan sendiri), disini terjadi pengikatan energi sinar matahari menggunakan senyawa-senyawa anorganik sederhana dan membangun senyawa kompleks. Contoh : Tumbuhan hijau.

2. Komponen Heterotropik

Kata Heterotropik berasal dari kata Heteros = berbeda dan trophikos = makanan. Heterotrof merupakan organisme yang memanfaatkan bahan-bahan

organik sebagai makanannya dan bahan tersebut disediakan oleh organisme lain. Yang tergolong heterotrof adalah hewan, jamur, dan mikroba. Komponen heterotropik (memakan yang lainnya), di sini terjadi pemakaian, pengaturan kembali dan perombakan bahan-bahan yang kompleks.

2) Tingkatan Organisme dalam Kehidupan

Menurut Sandika (2021:20-26) faktor biotik juga meliputi tingkatan-tingkatan organisme yang meliputi individu, populasi, komunitas, ekosistem, dan biosfer. Tingkatan-tingkatan organisme tersebut dalam ekosistem akan saling berinteraksi, saling mempengaruhi membentuk suatu sistem yang menunjukkan kesatuan.

a. Individu

Pembahasan tentang konsep individu lebih mudah apabila dikaitkan dengan yang terjadi di sekitar kita. Anda tentu pernah melihat seekor kucing sedang tidur, seorang anak sedang berlarian atau sebatang pohon mangga tumbuh di pekarangan. Apa yang Anda lihat tersebut adalah satu makhluk hidup. Satu makhluk hidup yang anda lihat itu disebut individu. Jadi, anda dapat mengatakan bahwa anda sendiri sebagai individu, demikian juga tiap sebatang pohon pisang dalam rumpunnya.

b. Populasi

Kumpulan individu sejenis yang hidup pada suatu daerah dan waktu tertentu disebut populasi. Misalnya populasi yang ada di sawah antara lain sekelompok tanaman padi, sekelompok belalang, sekelompok siput, sekelompok semanggi, sekelompok tikus. Populasi berhubungan dengan individu, waktu dan tempat. Suatu populasi dapat bertambah karena terjadinya kelahiran (natalitas) atau adanya pendatang masuk (imigrasi) dan dapat berkurang karena terjadinya kematian (mortalitas) atau adanya perpindahan keluar (emigrasi). Penurunan jumlah populasi akan terjadi secara mencolok bila terjadi gangguan yang drastis terhadap lingkungannya, seperti karena wabah hama dan penyakit atau bencana alam. Dengan adanya yang lahir, datang meninggal, atau pergi maka populasi itu sifatnya dinamis.

c. Komunitas

Komunitas adalah kumpulan populasi yang berada di suatu daerah yang sama dan saling berinteraksi. Contoh komunitas, misalnya sawah disusun oleh bermacam - macam organisme, misalnya padi, belalang, burung, ular, dan gulma. Komunitas sungai terdiri dari ikan, ganggang, zooplankton, fitoplankton, dan dekomposer. Antara komunitas sungai dan sawah terjadi interaksi dalam bentuk peredaran nutrisi dari air sungai ke sawah dan peredaran organisme hidup dari kedua komunitas tersebut. Interaksi antarkomunitas cukup kompleks karena tidak hanya melibatkan organisme, tapi juga aliran energi dan makanan. Interaksi antarkomunitas dapat kita amati, misalnya pada daur karbon. Daur karbon melibatkan ekosistem yang berbeda misalnya laut dan darat.

d. Ekosistem

Antara komunitas dan lingkungannya selalu terjadi interaksi. Interaksi ini menciptakan kesatuan ekologi yang disebut ekosistem. Komponen penyusun ekosistem adalah produsen (tumbuhan hijau), konsumen (herbivor, karnivor, dan omnivor), dan dekomposer atau pengurai (mikroorganisme).

e. Bioma

Bioma adalah suatu wilayah biogeografis yang memiliki berbagai ekosistem dengan ciri utama vegetasi klimaks dan sebagian besar dipengaruhi oleh iklim atau suatu tipe ekosistem regional dengan komunitas biotik yang serupa.

Bioma terbagi menjadi dua yaitu bioma perairan dan bioma darat. Menurut (Campbell, et.al., 2010) bioma perairan menempati bagian terbesar di biosfer mencakup danau, terumbu karang, laut, lahan basah, sungai, estuary, zona intermedial, zona pelagic samudera. Bioma darat sangat ditentukan oleh iklim sehingga berdampak pada distribusi organisme dengan cara menyusun klimatograf pada suhu dan curah hujan tertentu yang mencakup hutan hujan tropis, gurun, savana, chaparral, padang rumput beriklim sedang, hutan conifer utara, hutan berdaun lebar beriklim sedang dan tundra.

1. Bioma Hutan Hujan Tropis

Bioma hutan hujan tropis terdapat di daerah tropis dan memiliki curah hujan yang tinggi sekitar 200-400 cm per tahun, sehingga memiliki permukaan yang basah, seperti terdapat di Amerika Tengah dan Afrika Selatan, Asia Tenggara dan Australia. Spesies pepohonan relative banyak. Hutan hujan tropis memiliki stratifikasi vertical yang sangat jelas. Pohon-pohon pada kanopi membentuk lapisan yang paling atas. Sehingga, hanya sedikit sekali cahaya yang dapat mencapai tanah di bawahnya (Campbell, et.al., 2010). Contohnya adalah tanaman yang dominannya adalah pohon yang hijau besar membentuk kanopi yang rindang sampai strukturnya yang lembab dikarenakan curah hujan yang tinggi dan musim kering yang rendah sepanjang tahun. Adapun untuk hutan hujan tropis dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Bioma Hutan Hujan Tropis di Indonesia

Sumber : (Alamendah, 2014)

2. Bioma Savana

Bioma savana ini merupakan bioma yang memiliki ciri-ciri ditumbuhi oleh tumbuhan-tumbuhan seperti rumput dan semak dan terdapat beberapa pohon besar yang melengkapi bioma tersebut yang dapat dilihat pada gambar 2.2. Savana memiliki peran penting dalam kehidupan, beberapa daerah savana merupakan *landscape* dominan yang berperan penting dalam kehidupan sehari-hari, dan menjadi habitat dari tumbuhan dan hewan. Suhu di savana relative hangat dengan rata-rata suhu 24-29°C dengan variasi musim yang lebih bervariasi dari hutan tropis Campbell, et.al (2020).



Gambar 2. 2 Bioma Sabana di Kenya

Sumber : (Campbell et.al., 2010)

3. Bioma Taiga

Menurut Campbell et.al (2020) taiga memiliki curah hujan kisaran 30-70 cm dan kekeringan yang sering terjadi. Dengan suhu berkisar -50° di musim dingin dan kisaran 20°C di musim panas. Ciri- ciri tanaman di bioma taiga yaitu pohon-pohon yang memiliki struktur seperti jarum mengkerucut atau konifer, sehingga hutan taiga disebut hutan konifer yang dapat dilihat pada gambar 2.3. Seperti hutan pinus, cemara, dan hemlock.



Gambar 2. 3 Bioma Taiga di Norway

Sumber : (Campbell et.al., 2010)

4. Bioma Padang Rumput

Padang rumput memiliki ciri-ciri curah hujan rata-rata 30-100 cm per tahun dengan suhu mencapai -10°C pada musim dingin dan sekitar 30°C pada musim panas. Tanaman yang dominan tumbuh di padang rumput yaitu rerumputan dengan tinggi yang bervariasi dari beberapa sentimeter hingga 2 meter yang dapat dilihat

pada gambar 2.4. Hewan yang terdapat di padang rumput berupa hewan herbivora berupa mamalia asli seperti bison, anjingpadang rumput di Amerika Utara.



Gambar 2. 4 Bioma Padang Rumput di Mongolia

Sumber : (Campbell et.al., 2010)

5. Bioma Gurun

Bioma gurun ini terdapat 30° LU dan selatan atau lintang lain di pedalaman benua. Memiliki curah hujan rendah kisaran 30 cm per tahun, dengan suhu lebih 50°C saat musim panas dan -30°C pada musim dingin. Hewan yang terdapat di gurun misalnya kadal, ular, kalajengking, semut, kumbang, burung, dan hewan pengerat pemakan biji. Tumbuhan yang tumbuh di gurun biasanya tumbuhan sekulen contohnya kaktus, kurma. Adapun mengenai bioma gurun dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Bioma Gurun di Organ Pipe Cactus National Monument, Arizona

Sumber : (Campbell et.al., 2010)

6. Bioma Tundra

Pada wilayah tundra memiliki angin kencang dengan suhu yang rendah menghasilkan komunitas tumbuhan yang serupa disebut *alpine*. Rata-rata curah

hujan di wilayah tundra relative rendah sekitar 20-60 cm per tahun di tundra Artik kurang lebih 100 cm di tundra Alpin. Tundra menutupi luas Artik sebesar 20% permukaan tanah bumi. Tundra memiliki suhu -30°C pada musim dingin dan rata-rata kurang 10°C suhumusim panas. Vegetasi yang terdapat di wilayah tundra berupa herba yang di dominasi oleh lumut kerak, lumut daun, semak kerdil yang dapat dilihat pada gambar 2.6. Tundra sangat jarang dihuni oleh manusia tetappi menjadi sumber mineral dan minyak bumi yang sangat melimpah (Campbell et.al., 2010)



Gambar 2. 6 Bioma Tundra di Dovrefjell-Sunndalsfjella National Park, Norway

Sumber : (Campbell et.al., 2010)

7. Bioma Air Tawar

Ciri-ciri bioma air tawar antara lain variasi suhu tidak menyolok, penetrasi cahaya kurang, dan terpengaruh oleh iklim dan cuaca. Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji. Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar. Organisme yang hidup di air tawar pada umumnya telah beradaptasi. Tumbuhan bersel satu yang hidup di air tawar mempunyai dinding sel kuat misalnya beberapa alga hijau. Tumbuhan tingkat tinggi, seperti teratai (*Nymphaea gigantea*), mempunyai akar jangkar. Hewan dan tumbuhan rendah yang hidup di habitat air, tekanan osmosisnya sama dengan tekanan osmosis lingkungan atau isotonis. Hewan tingkat tinggi yang hidup di ekosistem air tawar, misalnya ikan, mengatasi perbedaan tekanan osmosis dengan melakukan osmoregulasi untuk memelihara keseimbangan air dalam tubuhnya melalui sistem ekskresi, insang, dan pencernaan. Bioma air tawar dapat

dikelompokkan menjadi air tenang dan air mengalir. Yang termasuk bioma air tenang adalah danau dan rawa, sedangkan yang termasuk bioma air mengalir adalah sungai. Adapun mengenai bioma danau yang dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Bioma Danau Toba

Sumber : (Lulu Lukyani,2023)

8. Bioma Air Laut

Bioma air laut dibedakan atas lautan, pantai, estuari, dan terumbu karang.

a) Laut

Habitat laut (oseanik) ditandai oleh salinitas (kadar garam) yang tinggi dengan ion Cl^- mencapai 55% terutama di daerah laut tropik, karena suhunya tinggi dan penguapan besar. Di daerah tropik, suhu laut sekitar $25^{\circ}C$. Perbedaan suhu bagian atas dan bawah tinggi. Batas antara lapisan air yang panas di bagian atas dengan air yang dingin di bagian bawah disebut daerah termoklin. Adapun untuk bioma laut dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Bioma Laut Bunaken

Sumber : (Liputan 6, 2017)

b) Pantai

Pantai letaknya berbatasan dengan ekosistem darat, laut, dan daerah pasang surut. Bioma pantai dipengaruhi oleh siklus harian pasang surut laut. Organisme dominan yang hidup di pantai berbeda bila dilihat dari lokasinya. Ganggang, moluska, dan remis banyak dijumpai di bagian paling atas pantai yang hanya terendam saat pasang naik tinggi. Organisme tersebut menjadi makanan bagi kepiting dan burung pantai. Adapun untuk lebih jelas mengenai bioma pantai dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Bioma Pantai Pandawa Bali

Sumber : Dokumentasi Pribadi

c) Estuari

Estuari merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Estuari sering dipagari oleh lempengan lumpur intertidal yang luas atau rawa garam. Salinitas air berubah secara bertahap mulai dari daerah air tawar ke laut. Salinitas ini juga dipengaruhi oleh siklus harian dengan pasang surut airnya. Nutrien dari sungai memperkaya estuari. Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari antara lain rumput rawa garam, ganggang, dan fitoplankton. Komunitas hewannya antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, dan ikan. Bahkan ada beberapa invertebrata laut dan ikan laut yang menjadikan estuari sebagai tempat kawin atau bermigrasi untuk menuju habitat air tawar. Estuari juga merupakan tempat mencari makan bagi vertebrata semi air, yaitu unggas air. Adapun untuk lebih jelas mengenai bioma estuarial dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Bioma Estuaria di southern Spain

Sumber : (Campbell et.al., 2010)

d) Terumbu Karang

Terumbu karang didominasi oleh karang (koral) yang merupakan kelompok Cnidaria yang mensekresikan kalsium karbonat. Rangka dari kalsium karbonat ini bermacam-macam bentuknya dan menyusun substrat tempat hidup karang lain dan ganggang. Adapun gambar bioma terumbu karang dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Bioma Terumbu Karang di Laut Merah

Sumber : (Campbell et.al., 2010)

f. Biosfer

Seluruh ekosistem di dunia disebut biosfer. Dalam biosfer, setiap makhluk hidup menempati lingkungan yang cocok untuk hidupnya. Lingkungan atau tempat yang cocok untuk kehidupannya disebut habitat. Dalam biologi kita sering membedakan istilah habitat untuk makhluk hidup mikro, seperti jamur dan bakteri, dengan istilah substrat.

3) Interaksi dalam ekosistem

Dalam ekosistem, terdapat interaksi – interaksi yang terjadi antara komponennya, adapun menurut Maknun (2017:35-38) interaksi dalam ekosistem terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

a. Interaksi Antarorganisme

Setiap individu akan selalu berhubungan dengan individu lain yang sejenis atau lain jenis, baik individu dalam satu populasinya atau individu-individu dari populasi lain. Interaksi antar individu dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Netral

Hubungan tidak saling mengganggu antarindividu dalam habitat yang sama yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak disebut netral, sebagai contoh adalah burung hantu dan kucing yang dapat dilihat pada gambar 2.12 Interaksi Netral.



Gambar 2. 12 Interaksi Netral burung hantu dan kucing

Sumber : (Seno Aji,2018)

2. Predasi

Predasi adalah hubungan antara mangsa dan pemangsa (predator). Hubungan ini sangat erat sebab tanpa mangsa, predator tak dapat hidup. Sebaliknya, predator juga berfungsi sebagai pengontrol populasi mangsa. Sebagai contoh adalah singa dengan mangsanya yaitu zebra yang dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Predasi Singa memangsa zebra

Sumber : (Al Lilah Nurhasanah, 2020)

3. Parasitisme

Parasitisme adalah hubungan antar individu yang berbeda spesies dimana satu individu menggantungkan hidupnya pada organisme lain (inang) dan mengambil makanan dari inang tersebut sehingga bersifat merugikan inangnya. Misalnya adalah nyamuk dengan manusia yang dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Simbiosis Parasitisme Nyamuk *Aedes aegypti* menggigit manusia

Sumber : (Aisha Amira, 2021)

4. Komensalisme

Komensalisme merupakan hubungan antara dua individu yang berbeda spesies dalam bentuk kehidupan bersama untuk berbagi sumber makanan, apabila salah satu spesies diuntungkan maka spesies lainnya juga diuntungkan. Contohnya adalah anggrek dengan pohon yang ditumpanginya yang dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2. 15 Simbiosis Komensalisme Anggrek dengan pohon yang ditumpang

Sumber : (Tiyas Septiana, 2021)

5. Mutualisme

Mutualisme adalah hubungan antara dua organisme yang berbeda spesies dan saling menguntungkan kedua belah pihak. Sebagai contoh adalah kupu – kupu dengan bunga yang dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2. 16 Simbiosis mutualisme antara kupu - kupu dengan bunga

Sumber : (Anisa Rizki, 2022)

b. Interaksi Antarpopulasi

Antara populasi yang satu dengan populasi lain selalu terjadi interaksi secara langsung atau tidak langsung dalam komunitasnya. Contoh interaksi antarpopulasi adalah sebagai berikut. Alelopati merupakan interaksi antarpopulasi, bila populasi yang satu menghasilkan zat yang dapat menghalangi tumbuhnya populasi lain. Contohnya pada pohon walnut (*Juglans*) jarang ditumbuhi tumbuhan lain karena tumbuhan ini menghasilkan zat yang bersifat toksik. Pada mikroorganisme istilah

alelopati dikenal sebagai anabiosa. Contoh, jamur *Penicillium* menghasilkan antibiotika yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri tertentu. Kompetisi merupakan interaksi antarpopulasi, bila antarpopulasi terdapat kepentingan yang sama sehingga terjadi persaingan untuk mendapatkan apa yang diperlukan. Contoh, persaingan antara populasi kambing dengan populasi sapi di padang rumput yang dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2. 17 Kompetisi Populasi kambing dan populasi sapi

Sumber : (Uyo Yahya, 2023)

c. Antarkomponen Biotik dengan Abiotik

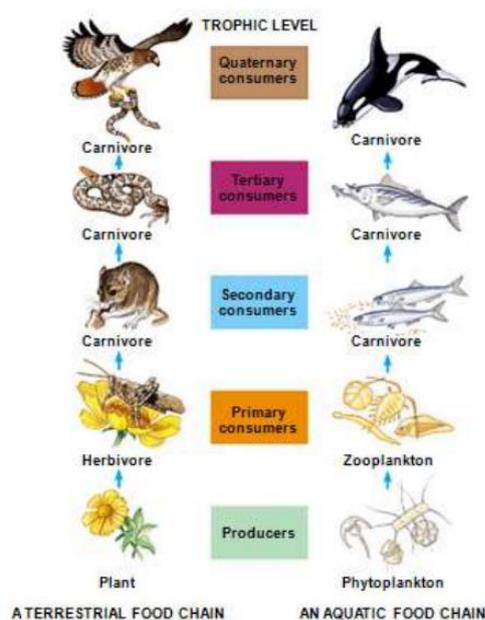
Interaksi antara komponen biotik dengan abiotik membentuk ekosistem. Hubungan antara organisme dengan lingkungannya menyebabkan terjadinya aliran energi dalam sistem itu. Selain aliran energi, di dalam ekosistem terdapat juga struktur atau tingkat trofik, keanekaragaman biotik, serta siklus materi. Dengan adanya interaksi-interaksi tersebut, suatu ekosistem dapat mempertahankan keseimbangannya. Pengaturan untuk menjamin terjadinya keseimbangan ini merupakan ciri khas suatu ekosistem. Apabila keseimbangan ini tidak diperoleh maka akan mendorong terjadinya dinamika perubahan ekosistem untuk mencapai keseimbangan baru

4) Aliran Energi

a. Rantai Makanan

Menurut dari Sandika (2021:46:53) dalam suatu ekosistem selalu terjadi adanya saling ketergantungan antara organisme dengan organisme serta organisme dengan lingkungannya, hal itu menyebabkan adanya aliran energi di dalam ekologi. Di

dalam suatu ekosistem terdapat struktur dan tingkat trofik dari organisme yang menyebabkan terjadi rantai makanan, aliran energi dan siklus materi (biokimia). Rantai makanan adalah pengalihan energi dari sumbernya dalam tumbuhan melalui sederetan organisme yang makan dan yang dimakan. Sedangkan tingkatan trofik adalah urutan tingkat makan memakan yang terdapat pada suatu ekosistem. Maka peristiwa urutan makan memakan antar organisme disebut rantai makanan.



Gambar 2. 18 Rantai Makanan di Daratan dan di Lautan

Sumber: (Sandika, 2021)

Dalam contoh gambar 2.18 di atas tanaman sebagai produsen, belalang merupakan konsumen tingkat pertama, tikus sebagai konsumen tingkat kedua, ular sebagai konsumen tingkat ketiga. Elang sebagai konsumen tingkat keempat. Sebagai pengurai adalah bakteri, jamur dan mikroorganisme lainnya yang memakan sisa - sisa atau bangkai dari tumbuh - tumbuhan atau hewan - hewan tersebut. Apabila diperhatikan akan jelas bahwa produsen hampir selamanya merupakan tumbuhan berhijau daun, dengan bantuan sinar matahari membentuk makanan. Konsumen tingkat pertama adalah hewan - hewan pemakan tumbuhan (herbivora), sedangkan konsumen tingkat dua - tiga dan seterusnya merupakan hewan - hewan pemakan daging (karnivora).

b. Jaringan – jaring makanan

Selanjutnya, apabila kita mencoba menyusun rantai - rantai makanan dari suatu habitat, tentu ada satu organisme yang disukai oleh lebih dari satu organisme. Sebaliknya tentu ada satu organisme yang suka makan lebih dari satu organisme. Sehingga kalau diperhatikan rantai makanan tersebut menjadi saling silang (jaring - jaring). Bentuk rantai makanan yang demikian tadi disebut jaring – jarring makanan. Jadi, dapat disimpulkan bahwa beberapa kumpulan rantai makanan itu disebut jaring - jaring makanan. Contoh yang dapat dilihat dalam kehidupan sehari - hari adalah tumbuhan seperti rumput dan padi. Padi dimakan oleh belalang, burung, dan tikus. Rumput dimakan kelinci. Begitu pula kelinci dapat dimakan oleh rubah dan jagung. Namun padi tidak selalu dimakan tikus. Tikus tidak selalu dimakan ular sawah dan ular sawah tidak selalu dimakan burung elang dan seterusnya. Dapat dilihat pada gambar 2. 19 di bawah:



Gambar 2. 19 Bagan jaring – jaring makanan

Sumber: (Rahayu, 2022)

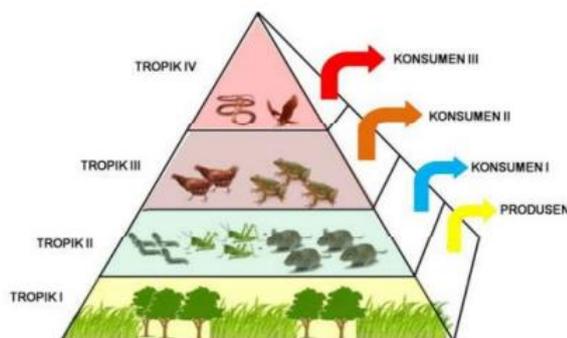
Panah - panah di atas menunjukkan proses saling makan, semua berpangkal pada satu, yaitu tumbuhan. Dengan melihat pada panah - panah itu yang jalin menjalin, dapat dikatakanlah bagan di atas sebagai jaring – jaring makanan.

c. Piramida Ekologi

Struktur trofik pada ekosistem dapat disajikan dalam bentuk piramida ekologi. Terdapat tiga jenis piramida ekologi, yaitu piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi. Penjelasan adalah sebagai berikut:

1. Piramida Jumlah

Piramida jumlah didasarkan atas jumlah organisme di tiap tingkat trofik. Organisme dengan tingkat trofik masing - masing dapat disajikan dalam piramida jumlah yang dapat dilihat pada gambar 2.20. Organisme di tingkat trofik pertama biasanya paling melimpah, sedangkan organisme di tingkat trofik kedua, ketiga, dan selanjutnya makin berkurang. Dapat dikatakan bahwa pada kebanyakan komunitas normal, jumlah tumbuhan selalu lebih banyak daripada organisme herbivor. Demikian pula jumlah herbivor selalu lebih banyak daripada jumlah karnivor tingkat I. Karnivor tingkat I juga selalu lebih banyak daripada karnivor tingkat II.



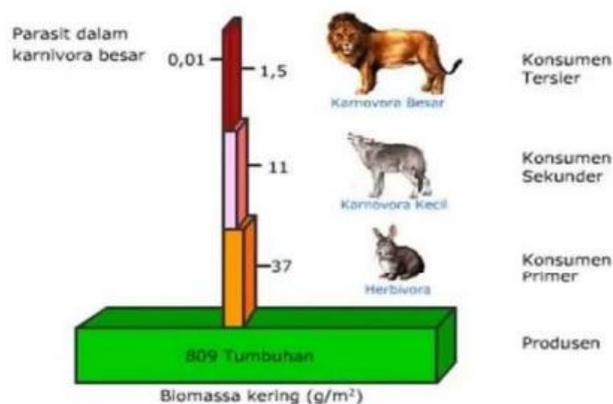
Gambar 2. 20 Piramida Jumlah

Sumber : (Huda, 2020)

2. Piramida Biomassa

Seringkali piramida jumlah yang sederhana kurang membantu dalam memperagakan aliran energi dalam ekologi. Penggambaran yang lebih realistis dapat dijelaskan dengan piramida biomassa. Biomassa adalah ukuran berat materi hidup di waktu tertentu. Untuk mengukur biomassa di tiap tingkat trofik maka rata - rata berat organisme di tiap tingkat harus diukur kemudian barulah jumlah

organisme di tiap tingkat diperkirakan. Piramida biomassa berfungsi menggambarkan perpaduan massa seluruh organisme di habitat tertentu, dan diukur dalam gram. Untuk menghindari kerusakan habitat maka biasanya hanya diambil sedikit sampel dan diukur, kemudian total seluruh biomassa dihitung. Dengan pengukuran seperti ini akan di dapat informasi yang lebih akurat tentang apa yang terjadi pada ekosistem. Adapun gambar mengenai piramida biomassa dapat dilihat pada gambar 2.21.

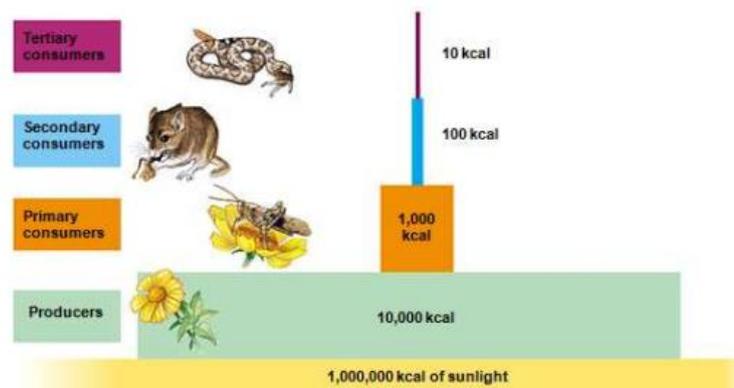


Gambar 2. 21 Piramida Biomassa

Sumber : (Huda, 2020)

3. Piramida Energi

Seringkali piramida biomassa juga tidak selalu memberi informasi yang menyeluruh tentang ekosistem tertentu. Lain dengan piramida energi yang dibuat berdasarkan observasi yang dilakukan dalam waktu yang lama. Piramida energi mampu memberikan gambaran paling akurat tentang aliran energi dalam ekosistem. Pada piramida energi terjadi penurunan sejumlah energi berturut - turut yang tersedia di tingkat trofik. Berkurangnya energi yang terjadi di setiap trofik terjadi karena hal - hal berikut: 1) Hanya sejumlah makanan tertentu yang ditangkap dan dimakan oleh tingkat trofik selanjutnya. 2) Beberapa makanan yang dimakan tidak bisa dicernakan dan dikeluarkan sebagai sampah. 3) Hanya sebagian makanan yang dicerna menjadi bagian dari tubuh organisme, sedangkan sisanya digunakan sebagai sumber energi. Perhatikan gambar 2.22 mengenai piramida energi.



Gambar 2. 22 Piramida energi

Sumber (Sandika, 2021)

5) Konsep Dasar Daur Biogeokimia

Biogeokimia adalah pertukaran atau perubahan yang terus menerus, antara komponen biosfer yang hidup dengan tak hidup. Dalam suatu ekosistem, materi pada setiap tingkat trofik tidak hilang. Materi berupa unsur-unsur penyusun bahan organik tersebut didaur-ulang. Unsur-unsur tersebut masuk ke dalam komponen biotik melalui udara, tanah, dan air. Daur ulang materi tersebut melibatkan makhluk hidup dan faktor abiotik sehingga disebut daur biogeokimia. Daur biogeokimia memiliki fungsi sebagai daur materi yang mengembalikan semua unsur-unsur kimia yang sudah terpakai oleh semua yang ada di bumi baik komponen biotik maupun komponen abiotik, sehingga kelangsungan hidup di bumi dapat terjaga.

Dalam suatu ekosistem, materi pada setiap tingkat trofik tidak hilang, tetapi materi berupa unsur-unsur penyusun bahan organik tersebut didaur-ulang. Daur biogeokimia tidak hanya melalui organisme, tetapi juga melibatkan reaksi-reaksi kimia dalam lingkungan abiotik. Berdasarkan sumber yang ada di alam, daur biogeokimia dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu:

a. Tipe Gas

Sebagai sumbernya atmosfer dan lautan (hidrosfer), daur ini dianggap relatif lebih sempurna, sebab ada pengendalian umpan balik aktif alam. Misalnya daur nitrogen dan daur karbon.

b. Tipe Sedimen

Tipe sedimen berarti bahwa sumbernya adalah batuan (kerak) bumi. Daur pada tipe ini cenderung tidak sempurna karena lebih mudah terganggu sebab sebagian besar dari bahan daur ini berasal dari sumber yang relatif tidak aktif dan tidak bergerak di dalam kerak bumi. Misalnya daur fosfor dan daur kalium.

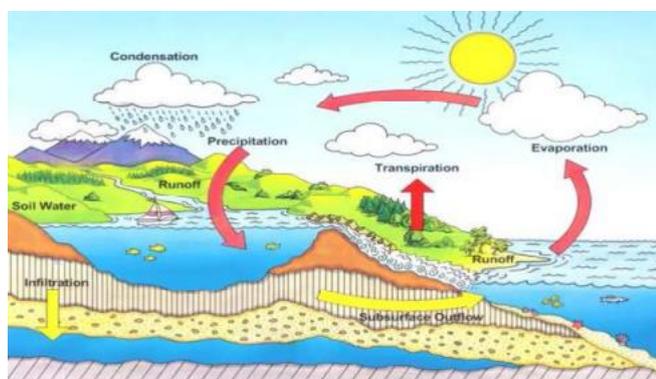
Adapun macam-macam daur biogeokimia yang diketahui antara lain daur karbon (C), daur air (H₂O), daur nitrogen (N), daur phosphor (P), dan daur sulfur (S).

1. Daur Air (H₂O)

Daur Air di atmosfer berada dalam bentuk uap air. Uap air berasal dari air di daratan dan laut yang menguap karena panas cahaya matahari. Sebagian besar uap air di atmosfer berasal dari laut karena laut mencapai 3/4 luas permukaan bumi. Uap air di atmosfer terkondensasi menjadi awan yang turun ke daratan dan laut dalam bentuk hujan. Air hujan di daratan masuk ke dalam tanah membentuk air permukaan tanah dan air tanah. Tumbuhan darat menyerap air yang ada di dalam tanah. Dalam tubuh tumbuhan air mengalir melalui suatu pembuluh. Kemudian melalui transpirasi uap air dilepaskan oleh tumbuhan ke atmosfer. Transpirasi oleh tumbuhan mencakup 90% penguapan pada ekosistem darat.

Hewan memperoleh air langsung dari air permukaan serta dari tumbuhan dan hewan yang dimakan, sedangkan manusia menggunakan sekitar seperempat air tanah. Sebagian air keluar dari tubuh hewan dan manusia sebagai urin dan keringat. Air tanah dan air permukaan sebagian mengalir ke sungai, kemudian ke danau dan ke laut. Daur ini disebut Daur Panjang. Sedangkan daur yang dimulai dengan proses Transpirasi dan Evapotranspirasi dari air yang terdapat di permukaan bumi,

lalu diikuti oleh Presipitasi atau turunnya air ke permukaan bumi disebut Daur Pendek. Adapun untuk melihat daur air dapat dilihat pada gambar 2.23.



Gambar 2. 23 Daur Air

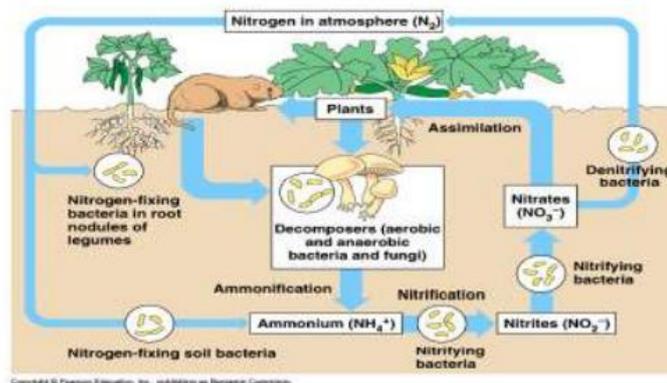
Sumber : (Huda, 2020)

2. Daur Nitrogen (N)

Unsur nitrogen (N) di dalam tubuh makhluk hidup merupakan salah satu komponen senyawa organik seperti protein, asam nukleat, vitamin dan hormon. Sementara itu, N di udara sebanyak 78% dalam bentuk gas N_2 . Gas N_2 tersebut dapat berubah menjadi NH_3 baik secara fisik (dengan tekanan yang sangat tinggi/petir atau elektromagnetis) maupun akibat aktivitas mikroorganisme simbiotik (*Rhizobium*) dengan tumbuhan legume dan juga akibat aktivitas nonsimbiotik (*Nostoc* dan *Anabaena*). Prosesnya diawali dengan gas NH_3 yang dengan adanya gravitasi bumi akan jatuh ke daratan.

Selanjutnya, gas NH_3 akan diserap oleh tumbuhan maupun mikroorganisme untuk membentuk protein. Seperti juga pada daur karbon, keberadaan herbivor, omnivor dan karnivor, pada gilirannya secara tidak langsung akan membentuk protein hewani dan berarti terjadi daur nitrogen. Di dalam tanah NH_3 mengalami nitrifikasi yakni perubahan NH_3 menjadi nitrit (NO_2). Selanjutnya, diubah oleh *Nitrobacter* menjadi senyawa anorganik yang mengandung nitrat (NO_3). Kemudian NO_3 akan diserap oleh tumbuhan untuk tumbuh dan berkembang, salah satunya untuk membentuk protein di bawah kendali sistem DNA dan RNA di dalam sel. Di sisi lain, NO_3 dapat berubah kembali menjadi gas N_2 dan kembali ke udara (proses denitrifikasi) akibat aktivitas bakteri denitrifikasi yakni *Pseudomonas*. Sementara

itu, industri pabrik pupuk urea juga merupakan industri yang berperan dalam daur N di alam karena digunakan oleh tumbuhan sebagai sumber NH_3 berdasarkan reaksi kimia: Urea $\{(\text{NH}_3)_2\text{CO}\}$ dengan aktivitas enzim urease diubah menjadi 2NH_3 dan CO_2 . Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 2.24 mengenai daur nitrogen.

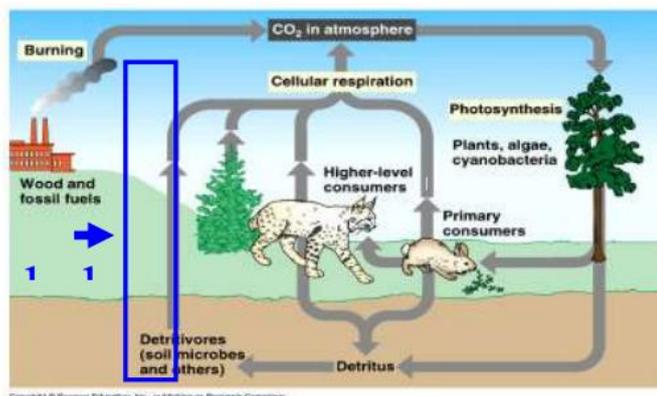


Gambar 2. 24 Daur Nitrogen

Sumber : (Sandika, 2021)

3. Daur Karbon (C)

Karbondioksida di atmosfer berada dalam kadar 0,03%. Dengan adanya fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan dan makhluk hidup fotosintetik lainnya (Algae; Cyanobakteria) dan CO_2 udara serta H_2O dihasilkan karbohidrat ($\text{C}_x\text{H}_{2x-2}\text{O}_{x-1}\text{n}$). Karbohidrat digunakan oleh makhluk hidup tersebut untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Berdasarkan aliran energi, terjadi tingkatan makhluk hidup dimulai dengan tumbuhan sebagai produsen sekunder, sehingga secara tidak langsung semua makhluk hidup menggunakan CO_2 di udara. Sementara semua makhluk hidup juga melakukan respirasi untuk menghasilkan energi dan sebagai hasil sampingan respirasi adalah CO_2 yang akan kembali ke atmosfer. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 2.25 mengenai daur karbon.



Gambar 2. 25 Daur karbon

Sumber : (Sandika, 2021)

4. Daur Sulfur (S)

Sumber daur sulfur berasal dari gunung berapi yang mengeluarkan gas H_2S yang kemudian menjadi H_2SO_2 dan selanjutnya menjadi $(CH_3)_2SO_2$; sebagian lagi berasal dari industri kimia (baik pupuk ZA, bahan pemutih, detergen maupun pabrik kertas) yang seringkali menghasilkan limbah dan mengandung S baik yang berupa SO_4 ; SO_2 atau S dan H_2S . Sementara hasil industri pupuk ammonium sulfat $(NH_3)_2SO_4$ atau banyak dikenal dengan ZA digunakan sebagai salah satu pupuk anorganik sebagai sumber S untuk tumbuhan. Sebagian lagi merupakan hasil antara pupuk ZA yang juga dapat membentuk senyawa yang mengandung SO_2 yang selanjutnya menjadi senyawa asam H_2SO_4 .

Senyawa anorganik dapat diubah oleh bakteri perombak sulfur. Jika kandungan SO_4 ; SO_2 yang banyak dibebaskan ke udara sebagai asap dan bercampur dengan air akan terbentuk hujan asam. Sementara itu, senyawa S di dalam makhluk hidup sebagian besar digunakan sebagai bahan asam amino esensial sistein; sisten dan metionin merupakan penyusun protein. Selain itu, sisa makhluk hidup yang mengalami kematian dan akibat aktivitas mikroorganisme perombak atau pengurai juga merupakan sumber unsur S di alam. Perhatikan gambar 2.26 mengenai daur sulfur.

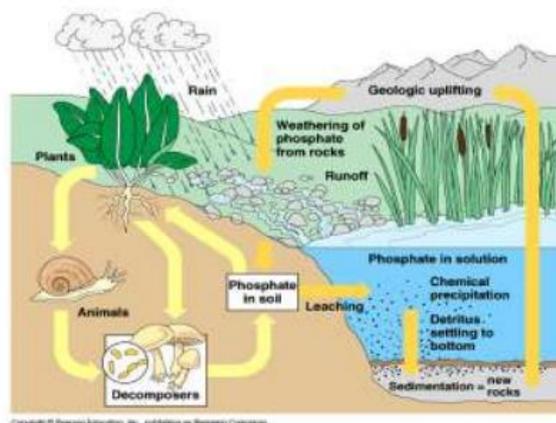


Gambar 2. 26 Daur Sulfur

Sumber : (Huda, 2020)

5. Daur Fosfor (P)

Fosfor merupakan elemen penting dalam kehidupan karena semua makhluk hidup membutuhkan fosfor dalam bentuk ATP (Adenosine Tri Phosphate), sebagai sumber energi untuk metabolisme sel. Fosfor terdapat di alam dalam bentuk ion fosfat (PO_4^{3-}). Ion fosfat juga ditemukan dalam bebatuan. Adanya peristiwa erosi dan pelapukan menyebabkan fosfat terbawa menuju sungai hingga laut membentuk sedimen. Adanya pergerakan dasar bumi menyebabkan sedimen yang mengandung fosfat muncul ke permukaan. Di darat tumbuhan mengambil fosfat yang terlarut dalam air tanah. Herbivora mendapatkan fosfat dari tumbuhan yang dimakannya dan karnivora mendapatkan fosfat dari herbivora yang dimakannya. Seluruh hewan mengeluarkan fosfat melalui urin dan feses. Bakteri dan jamur mengurai bahan-bahan anorganik di dalam tanah lalu melepaskan fosfor kemudian diambil oleh tumbuhan. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 2.27 mengenai daur fosfor.



Gambar 2. 27 Daur Fosfor

Sumber : (Sandika, 2021)

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang dilakukan Putri et al., (2017:94) menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran *Discovery Learning* dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan aktivitas belajar siswa. Sebaiknya mahasiswa calon guru atau guru yang menerapkan model pembelajaran *Discovery Learning* memperhatikan efisiensi waktu untuk setiap fase di dalam model *Discovery Learning*, khususnya pembagian kelompok untuk eksperimen pada fase pengumpulan data.

Hasil penelitian yang dilakukan Andriani et al., (2017:308) dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *discovery learning* memiliki kepratisan yang sangat tinggi dalam meningkatkan kemampuan metakognisi dan penguasaan konsep siswa. Pembelajaran yang diterapkan efektif dalam meningkatkan kemampuan metakognisi dan penguasaan konsep siswa dengan ditunjukkan dari hasil kemampuan guru mengelola pembelajaran, aktivitas siswa selama pembelajaran berlangsung, peningkatan kemampuan metakognisi dan penguasaan konsep siswa. Pembelajaran *discovery learning* juga berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan metakognisi dan penguasaan konsep siswa.

Selanjutnya berkaitan dengan *artificial intelligence* dalam pendidikan menurut Rheinata et al (2022:197) kehadiran teknologi AI merupakan sebuah

terobosan di bidang pendidikan untuk memudahkan pembelajaran dan bisa memupuk kemandirian, tidak harus menggantungkan peran guru yang terlalu dominan, tetapi guru bisa bergeser pada tataran yang memberikan pencerahan dengan kata kunci yang substansial dan yang lebih penting lagi, harus dikembalikan pada esensi mengajar yaitu pendidikan moral yang harus terjaga.

Sejalan dengan Rheinata mengenai penerapan *Artificial Intelligence* dalam pendidikan, adapun menurut Prastiwi, C.H.W. (2019:178) menunjukkan bahwa *Paperrater* sebagai *Artificial Intelligence* cukup membantu mahasiswa dalam meningkatkan kemampuan menulis teks berbahasa Inggris. *Language service* ini mampu memberikan *feedback* dan *grade* atas kualitas tulisan hanya dalam hitungan detik. Akan tetapi, mahasiswa juga perlu dibekali dengan kecerdasan alamiah terkait dengan *grammar*, *transitional phrase*, *word choice*, dan *spelling*.

2.3 Kerangka Konseptual

Salah satu keterampilan yang wajib dimiliki peserta didik di era sekarang yaitu keterampilan metakognitif. Keterampilan ini berdasar pada metakognitif seseorang. Metakognitif sebenarnya sudah ada dalam diri seseorang, karena metakognitif merupakan kognisi tentang kognisi seseorang atau pengetahuan tentang pengetahuan. Untuk itu, diperlukan keterampilan metakognitif pada peserta didik. Keterampilan metakognitif secara tidak langsung dapat menerapkan perencanaan, monitoring, dan evaluasi, terlebih apabila diterapkan dalam proses pembelajaran. Keterampilan metakognitif berpengaruh dalam hasil belajar peserta didik, semakin baik keterampilan metakognitif peserta didik maka hasil belajar yang diterima akan baik. Hasil belajar diperoleh dari kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan oleh seseorang.

Namun pada kenyataannya keterampilan metakognitif tidak diterapkan dengan baik di sekolah. Salah satu hambatan keterampilan metakognitif di Indonesia yaitu sistem pembelajaran dominan pada pendidik untuk menyampaikan materi dan dalam pengukuran hasil belajar peserta didik lebih banyak didasarkan melalui tes-tes yang sifatnya menguji kemampuan kognitif tingkat rendah.

Seharusnya di era sekarang yang sudah masuk dalam era digital dan kurikulum baru, pendidik tidak perlu mendominasi dalam pembelajaran di kelas.

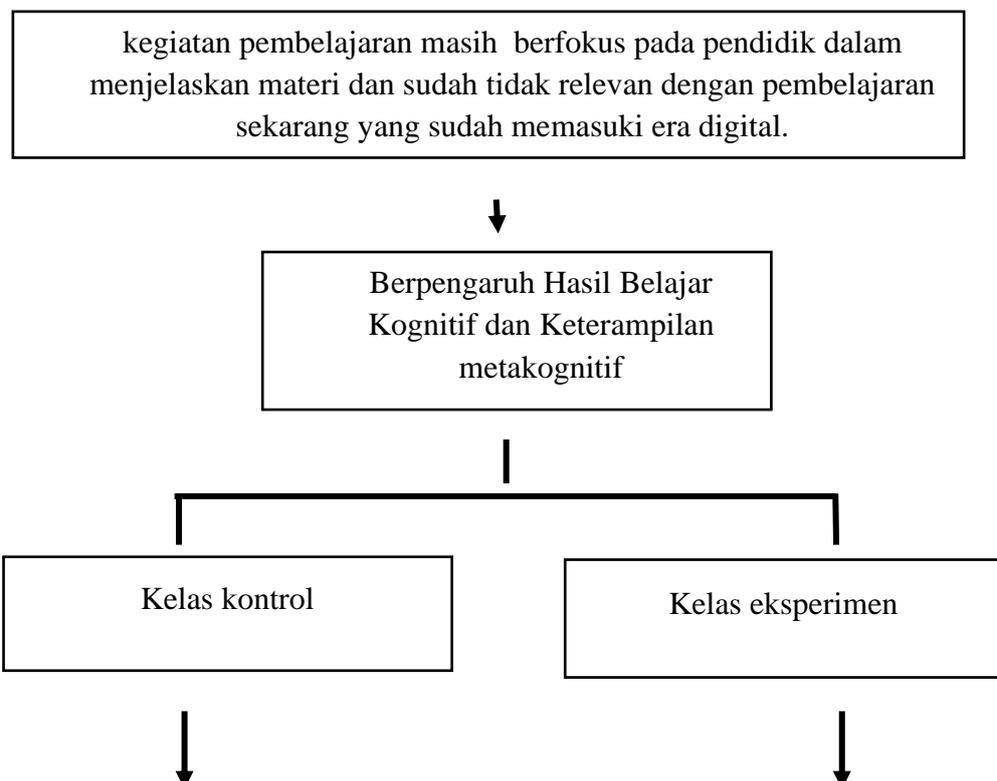
Berkaitan dengan perkembangan abad - 21, teknologi sudah dimanfaatkan dalam dunia Pendidikan. Teknologi yang biasa digunakan dalam Pendidikan yaitu seperti komputer, laptop, *smarthphone*, proyektor, dan lain sebagainya. Adapun dalam teknologi yang digunakan tersebut terdapat kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* di dalamnya untuk menggunakan atau mengaplikasikan teknologi – teknologi tersebut. *Artificial intelligence* merupakan kecerdasan buatan yang dapat menyerupai cara kerja otak manusia yang terdapat dalam suatu sistem, mesin, maupun program. Adapun *artificial Intelligence* yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari – hari yaitu *search engine*, dimana dengan bantuan *search engine* kita dapat menemukan informasi lebih mudah, cepat, dan akurat. Namun seiring perkembangan jaman, muncul suatu sistem yang dapat membantu mempermudah menemukan informasi yaitu *Open AI*. Adapun jenis *open AI* yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan *web perplexity* untuk membantu siswa menemukan informasi mengenai materi eksistem.

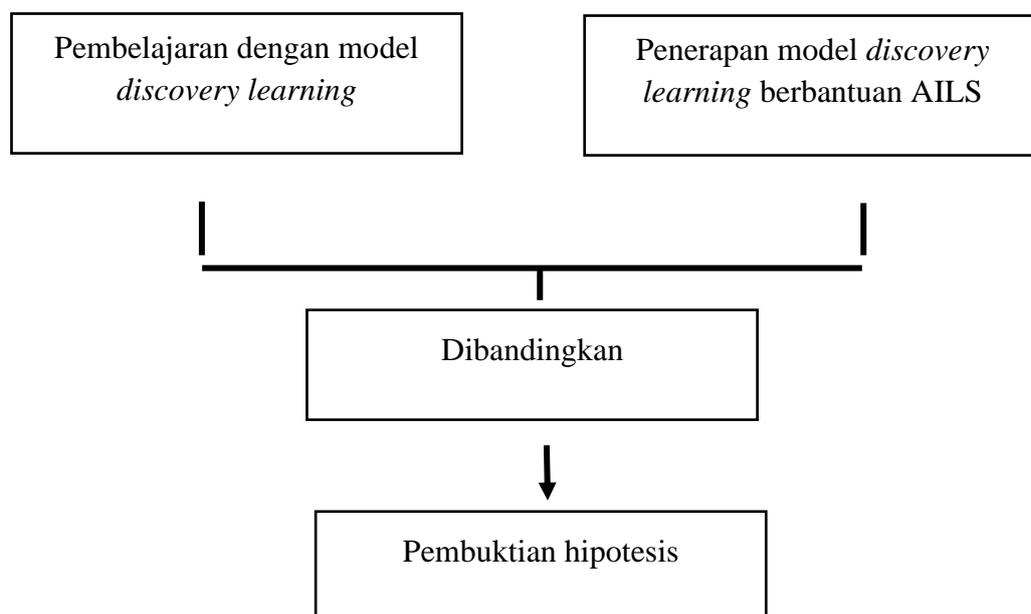
Untuk mengatasi permasalahan hasil belajar kognitif dan keterampilan metakognitif yang sudah dijelaskan sebelumnya, *artificial intelligence* dirasa dapat menjadi salah satu solusi. Dalam penerapannya, pembelajaran berbantuan *artificial intelligence* ini akan digabungkan dengan *learning system* atau sistem pembelajaran. Sistem pembelajaran merupakan suatu himpunan sistem yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Dalam penelitian ini pembelajaran berbantuan *artificial intelligence learning system (AILS)*.

Tentunya dalam proses pembelajaran terdapat model pembelajaran yang berfungsi sebagai untuk memperjelas prosedur pada saat pendidik mengajar. Untuk mengatasi permasalahan keterampilan metakognitif model pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *discovery learning* karena model ini berfokus pada peserta didik untuk mencari dan menyelidiki suatu materi serta dapat menemukan suatu konsep – konsep baru. Model *discovery learning* juga dapat

menjadi solusi dari permasalahan pendidik yang terlalu dominan dalam pembelajar. Pada model *discovery learning*, peserta didik dituntut lebih aktif dalam mencari, menemukan, dan menyelidiki suatu materi, sehingga dalam proses pembelajaran guru dapat berperan sebagai verifikator dan memonitoring hasil pencarian materi yang dilakukan peserta didik.

Penerapan model *discovery learning* pada penelitian ini berbantuan *artificial intelligence learning system*. Dimana dalam pengimplementasian model tersebut dalam pembelajaran akan berbantuan *artificial intelligence learning system* untuk membantu peserta didik dalam mencari dan menemukan materi. Model ini juga dapat dikatakan baik untuk keterampilan metakognitif, karena model ini menuntut peserta didik untuk mencari dan menemukan materi sendiri yang mana pada proses pencarian materi peserta didik secara tidak langsung menerapkan aspek keterampilan metakognitif yaitu perencanaan, monitoring, dan evaluasi. Dengan bantuan model *discovery learning* berbantuan *artificial intelligence learning system* diharapkan dapat berpengaruh dalam mengembangkan hasil belajar kognitif dan keterampilan metakognitif.





2.4 Hipotesis Penelitian

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

- a. Terdapat pengaruh dari penerapan model *Discovery Learning* berbantuan *Artificial Intelligence Learning System* (AILS) terhadap hasil belajar kognitif peserta didik kelas X MIPA di SMAN 4 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2022/2023.
- b. Terdapat pengaruh dari penerapan model *Discovery Learning* berbantuan *Artificial Intelligence Learning System* (AILS) terhadap keterampilan metakognitif peserta didik kelas X MIPA di SMAN 4 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2022/2023.
- c. Terdapat pengaruh dari penerapan model *Discovery Learning* berbantuan *Artificial Intelligence Learning System* (AILS) terhadap hasil belajar kognitif dan keterampilan metakognitif peserta didik kelas X MIPA di SMAN 4 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2022/2023.