

## BAB II

### KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

#### A. Kajian Teori

##### 1. *Smartphone*

Teknologi komunikasi saat ini berkembang dengan sangat pesat. Alat komunikasi dari perkembangan teknologi tersebut salah satunya adalah *Smartphone*. Teknologi komunikasi berperan penting dalam kebutuhan terhadap pertukaran informasi yang lebih efisien dan akurat (Intan Trivena Maria Daeng, *et al.*, 2017). Dalam kehidupan sehari-hari *smartphone* berperan penting dalam menyediakan berbagai macam aplikasi seperti informasi, komunikasi, pendidikan dan hiburan. *Smartphone* masa kini memiliki berbagai macam fitur diantaranya *touch screen*, akses internet melalui WiFi dan jaringan seluler, kemampuan untuk mengunduh suatu aplikasi seperti memainkan *file* multimedia, kamera digital dan navigasi berbasis GPS (Haug, *et al.*, 2015).

*Smartphone* atau ponsel cerdas dibagi menjadi lima sesuai dengan fungsinya, pertama berfungsi sebagai alat bantu untuk mengerjakan tugas sekolah dan tugas kantor sehari-hari, kedua untuk melihat, mengedit, membuat dokumen di Word, TXT dan format PDF, ketiga berperan sebagai alat yang digunakan untuk membuat *email* dengan cepat, keempat berfungsi sebagai perangkat konsumen dan yang terakhir berperan sebagai alat untuk mengakses internet dan jaringan Wi-Fi (Marsal & Hidayati, 2017).

*Smartphone* adalah perangkat seluler dengan berbagai fitur, dari resolusi sampai kekuatan pemrosesan, termasuk sistem operasi seluler (Intan Trivena Maria Daeng, *et al.*, 2017). *Smartphone* memudahkan pengguna untuk mengakses apapun yang mereka inginkan melalui berbagai fitur dan aplikasi yg tersedia di dalamnya. Berbagai macam

aplikasi yang tersedia, diantaranya permainan (*games*), penyimpanan data, pembuatan *list* pekerjaan atau rencana pekerjaan, pengingat (*reminder*), kalkulator, mengirim dan menerima *email* serta dapat dilakukan penggabungan aktivitas dengan perangkat lainnya seperti PDA, MP3, *chatting*, *browsing* internet dan video (Asnifatima & Listyandini, 2020; Widodo, 2019).

## 2. *Edugames*

*Games* merupakan suatu media interaktif yang di dalamnya memuat aturan dan kegiatan untuk memecahkan berbagai masalah yang berfungsi dalam mengasah otak dan membantu mengembangkan pola pikir dan emosi seseorang. *Games* merupakan media hiburan yang seringkali dimainkan oleh anak-anak untuk menghilangkan rasa bosan (Malau & ES, 2018). Menurut Novaliendry (2013), *edugames* dirancang untuk memungkinkan siswa secara aktif mengumpulkan informasi, menambah wawasan dan merencanakan sesuatu sambil bermain *games*. *Edugames* dirancang sebagai tujuan pendidikan yang mendukung dalam pengajaran, pembelajaran dan penggunaan teknologi multimedia interaktif.

Pencipta aplikasi *edugames* sebaiknya dapat memenuhi kriteria dari *educational game* yang sesuai dengan ketentuan (Hurd & Jenuings dalam Rachman, 2012). Beberapa kriteria sebuah *educational game* sebagai berikut:

### a. Nilai keseluruhan (*overall value*)

Desain dan panjang durasi suatu *game* memengaruhi nilai keseluruhan *games* tersebut. Desain *edugames* dirancang dengan sangat menarik dan interaktif. Dalam menentukan lamanya waktu yang digunakan dalam permainan, *edugames* menggunakan batas durasi yang diharuskan dalam penggunaannya.

### b. Kemampuan penggunaan (*useability*)

Hal yang penting bagi pencipta dalam membuat *games* adalah kemudahan penggunaan dan pengaksesan. *Edugames* ini didesain

menggunakan sistem *interface* yang *user friendly* sehingga pengguna dapat mengaksesnya secara lebih mudah.

c. Keakuratan (*accuracy*)

Keakuratan merupakan keberhasilan suatu konten dari sebuah *games* dapat diimplementasikan menjadi desain aplikasi. Dalam proses merancang sebuah aplikasi *edugames* harus selaras dengan konten serta model pada tahap perencanaan.

d. Kesesuaian (*appropriateness*)

Bagaimana konten dan rancangan suatu *games* dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna merupakan definisi kesesuaian dari suatu *games*. Aplikasi *edugames* menyediakan berbagai macam fitur yang dibutuhkan untuk mempermudah pengguna dalam mengoperasikannya.

e. Relevan (*relevance*)

Relevan merupakan kemampuan untuk menerapkan suatu konten *games* kepada target pengguna. Agar dapat relevan dengan pengguna, sistem yang digunakan harus dapat menuntun pengguna untuk mencapai tujuan suatu pembelajaran.

f. Objektivitas (*objectives*)

Objektivitas menetapkan maksud dan standar pengguna terhadap keberhasilan dan kegagalan. Dalam *edugames*, objektivitas merupakan upaya untuk memahami capaian dari sebuah permainan.

g. Umpan balik (*feedback*)

Umpan balik diberikan agar pengguna dapat memahami apakah keefektifan *edugames* memenuhi tujuan pembelajaran atau tidak. *Edugames* menyajikan efek suara animasi yang menjadikan syarat antara keberhasilan atau kegagalan.

*Games* bermanfaat dalam kegiatan pembelajaran karena bersifat *fun and playful*, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran (Kim., *et al.*, 2018). Gamifikasi merupakan sebuah metode pembelajaran dimana menerapkan prinsip kerja sebuah permainan melalui proses belajar untuk memecahkan suatu masalah sehingga tujuan pembelajaran tercapai. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa *edugames* merupakan media pembelajaran berbasis teknologi yang dapat mempermudah siswa untuk memahami materi pembelajaran dengan lebih baik.

Menurut Pane, B., *et al.*, (2017), kelebihan dari aplikasi *edugames* sebagai berikut:

- a. Proses belajar menyenangkan karena lebih interaktif serta menarik
- b. Dapat membangkitkan minat belajar siswa
- c. Lebih menarik perhatian orang-orang dengan waktu yang lama.

Menurut Koriaty, S. & Muhammad, D. A. (2016), aplikasi *edugames* memiliki berbagai tujuan sebagai berikut:

- a. Ada ruang untuk mengembangkan dan meningkatkan kapasitas orisinalitas juga pemikiran siswa
- b. Dapat menambah pengalaman belajar bagi siswa dan membuat lingkungan belajar yang jauh lebih menarik
- c. Membantu dalam rasionalisasi dan pemahaman siswa

### **3. *Bebentengan***

Permainan tradisional *bebentengan* dulunya sangat disukai oleh anak-anak yang digunakan pada waktu senggang atau sebagai cara untuk melepaskan kepenatan. Di wilayah Jawa Barat, *bebentengan* memiliki nama lain yaitu *rereboan*, sedangkan di wilayah lain disebut dengan nama *prisprisan*, *omer* dan *jek-jekan*. *Bebentengan* diambil dari kata *banteng* yang artinya pertahanan (Khamdani, 2010). Pemain *bebentengan* yang

baik harus terampil, tangkas, cepat ketika berlari dan memiliki strategi yang jitu (Sri Mulyani, 2013).

*Bebentengan* adalah permainan tradisional suku Sunda yang melibatkan dua kelompok yang berisi 4 sampai 8 orang atau lebih. Suatu tempat yang dijadikan markas akan dipilih oleh kedua kelompok biasanya berupa tiang, batu atau pilar, sebagai tempat pertahanan atau benteng. *Bebentengan* adalah salah satu permainan yang setara dengan kegiatan olahraga yang biasanya dimainkan oleh anak-anak (Istiqomah, 2014).



Gambar 2.1. Permainan *Bebentengan*

(Sumber: Kumparan, 2019)

Menurut Novi Mulyani (2016), proses permainan *bebentengan* adalah sebagai berikut:

- a. Permainan *bebentengan* dimainkan dalam dua kelompok, masing-masing dengan empat hingga enam pemain atau sesuai dengan jumlah anak yang ada.
- b. Permainan *bebentengan* melibatkan mempertahankan benteng yang terbuat dari tiang kayu; Anda juga dapat menggunakan pohon hidup sebagai benteng.
- c. Pemain yang berada di luar wilayahnya dapat menyerbu pertama. Jika dia dikejar oleh lawan mainnya dan menyentuh tangannya atau bagian tubuhnya, dia dianggap tertangkap dan kemudian dijadikan tawanan. Namun, pemain yang menjadi tawanan dapat kembali bermain jika teman sekelompoknya menyelamatkan dia.

- d. Apabila sebuah kelompok pemain berhasil melewati benteng lawan, mereka akan memperoleh nilai. Permainan berakhir dengan keputusan yang dibuat oleh para pemain.

Selain menyenangkan, permainan tradisional juga memiliki pelajaran dan pesan moral yang dapat diambil. Menurut Warisan Budaya Takbenda Indonesia (2018), manfaat permainan *bebentengan* adalah sebagai berikut:

- a. Meningkatkan kecepatan dan kelincahan dalam berlari.
- b. Meningkatkan daya tahan dan kekuatan.
- c. Melatih pemain dalam belajar bekerja sama dalam kelompok.

Oleh karena itu, permainan *bebentengan* ini memiliki hal yang positif dalam meningkatkan kebugaran selain menjadi permainan yang menghibur dan mengasyikkan. Di era globalisasi saat ini, permainan *bebentengan* harus dilestarikan karena selain menghibur dan menyehatkan, permainan ini memiliki banyak pelajaran yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, yakni mengajarkan kita agar lebih bersosialisasi dengan orang-orang dibandingkan dengan memainkan *games* yang banyak terdapat di *smartphone* pada zaman sekarang karena di dalamnya terdapat menanamkan nilai-nilai seperti kesehatan, sportifitas, kejujuran, solidaritas, keuletan dan ketekunan yang tidak diajarkan oleh permainan yang tersedia di perangkat elektronik saat ini.

#### **4. Hasil Belajar**

Hasil belajar adalah tujuan yang ingin dicapai setelah melakukan proses belajar. Hasil belajar dapat menghasilkan perubahan positif yang dilakukan secara sadar dan sistematis. Proses belajar akan menghasilkan nilai yang diperoleh dari interaksi dalam kegiatan belajar mengajar. Berkaitan dengan hal tersebut, evaluasi menjadi langkah terakhir yang dilakukan guru dalam proses mengajar dan menjadi penanda berakhirnya proses belajar (Dimiyati & Mudjiono, 2013). Hasil belajar sering digunakan sebagai indikator untuk melihat pemahaman siswa terhadap suatu materi yang diajarkan (Fitrianingtyas & Radia, 2017).

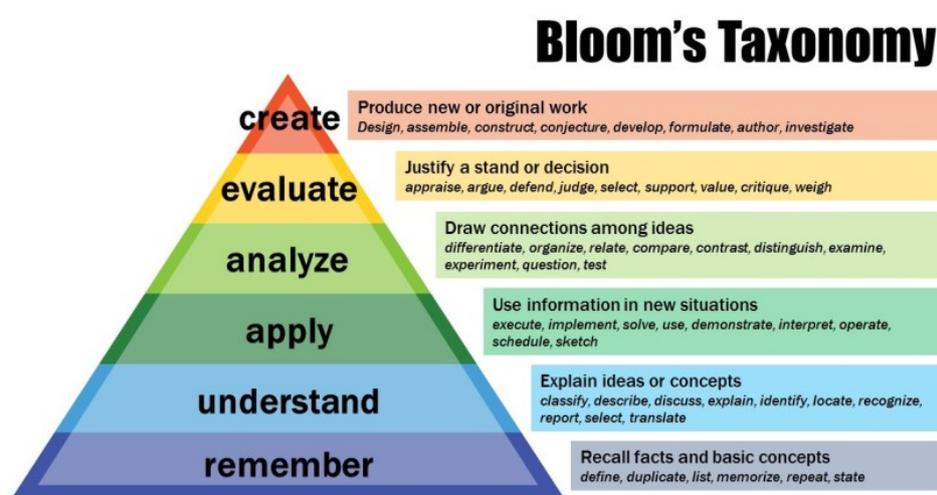
Hasil belajar ini dapat digunakan dan ditujukan sebagai berikut:

- 1) Seleksi, penentuan siswa yang paling tepat terhadap suatu posisi jabatan atau jenis pendidikan sering dilihat dari hasil belajar yang dicapainya.
- 2) Kenaikan kelas, penentuan siswa dapat melanjutkan pendidikan ke jenjang selanjutnya atau tidak, keputusan guru mengenai hal tersebut harus disertai informasi pendukung.
- 3) Penempatan, pemilihan tempat agar sesuai dengan perkembangan siswa yang dapat dilihat dari kemampuan serta potensi yang dimilikinya, dengan tujuan siswa dapat memahami semua materi yang diajarkan.

Konsep belajar yang dikemukakan oleh Benjamin Bloom (Sagala: 2012) termasuk semua capaian pendidikan yang di dalamnya memuat aspek kognitif, afektif dan psikomotor. Aspek kognitif terdiri dari beberapa kemampuan diantaranya:

- 1) Pengetahuan (*knowledge*), memuat kemampuan mengingat materi baru dalam kegiatan belajar
- 2) Pemahaman (*comprehension*), mencakup mengetahui, memahami dan menafsirkan
- 3) Penerapan (*application*), mencakup penggunaan media baru setelah melakukan kegiatan pembelajaran
- 4) Analisis (*analysis*), mencakup kemampuan memaparkan sebuah materi dengan terstruktur dan mudah dipahami
- 5) Sintesis (*synthesis*), mencakup kemampuan menggabungkan bagian-bagian menjadi satu kesatuan yang memiliki makna
- 6) Penilaian (*evaluation*), mencakup kemampuan mempertimbangkan nilai berdasarkan kriteria tertentu.

Sistem klasifikasi dikenal sebagai taksonomi yang diambil dari bahasa Yunani dan memiliki makna yakni "*taxis*/pengaturan" dan "*nomos*/ilmu pengetahuan" (Yaumi, Muhammad: 2013). Pemikiran pendidikan yang menjadi dasar taksonomi Bloom dikembangkan oleh Dr. Benjamin Bloom telah mengklasifikasikan pola pemikiran pendidikan pada tingkatan yang lebih tinggi, yakni analisis dan evaluasi konsep, proses, prosedur dan prinsip, bukan hanya mengingat fakta atau hafalan (Zhou & Brown, 2017). Penerapan taksonomi Bloom banyak dilakukan ketika merancang tujuan pembelajaran.



Gambar 2.2. Piramida Taksonomi Bloom

(Sumber: Kompasiana, 2022)

Anderson & Krathwohl (2010) merevisi taksonomi bloom ranah kognitif sebagai berikut:

a. Mengingat (*Remember*)

Upaya dalam mengambil kembali memori atau ingatan masa lalu mengenai pengetahuan baru ataupun yang telah lama diperoleh. Kemampuan mengingat berperan penting selama proses pembelajaran yang bermakna (*meaningful learning*) dan penyelesaian masalah (*problem solving*). Kemampuan tersebut digunakan dalam memecahkan beragam masalah yang rumit untuk diselesaikan.

Mengingat mencakup kemampuan mengenali (*recognition*) dan mengingat kembali informasi (*recalling*).

b. Memahami (*Understand*)

Memahami melibatkan proses konsep pemahaman yang diperoleh dari referensi yang didapat seperti pesan, bacaan dan komunikasi. Aktivitas memahami atau mengerti terkait dengan kegiatan mengklasifikasikan (*classification*) dan membandingkan (*comparing*).

c. Menerapkan (*Apply*)

Menerapkan melibatkan proses kognitif dimana seseorang memanfaatkan atau menggunakan suatu prosedur untuk melakukan percobaan atau mengatasi permasalahan. Menerapkan mencakup menjalankan prosedur (*executing*) dan mengimplementasikan (*implementing*).

d. Menganalisis (*Analyze*)

Menganalisis melibatkan pemecahan masalah melalui pemisahan setiap bagian dari permasalahan dan menghubungkan antara setiap bagian tersebut, serta memahami penyebab masalah yang terjadi dari hubungan yang ditimbulkan. Menganalisis berhubungan dengan proses kognitif memberikan atribut (*attributing*) dan mengorganisir (*organizing*).

e. Mengevaluasi (*Evaluate*)

Evaluasi terkait dengan proses kognitif menghasilkan nilai yang didapat dari standar atau kriteria yang sudah dibuat sebelumnya. Kriteria yang umumnya dipakai meliputi kualitas, efektivitas, efisiensi, dan konsistensi. Evaluasi mencakup aktivitas pemeriksaan (*checking*) dan kritik (*critiquing*).

f. Menciptakan (*Create*)

Menciptakan melibatkan proses kognitif menggabungkan bagian-bagian secara harmonis untuk menghasilkan satu kesatuan yang koheren serta menginspirasi siswa memproduksi suatu hal baru dengan mengatur beberapa bagian menjadi bentuk atau pola yang berbeda dari sebelumnya. Menciptakan mencakup kegiatan menghasilkan (*generating*) dan memproduksi (*producing*).

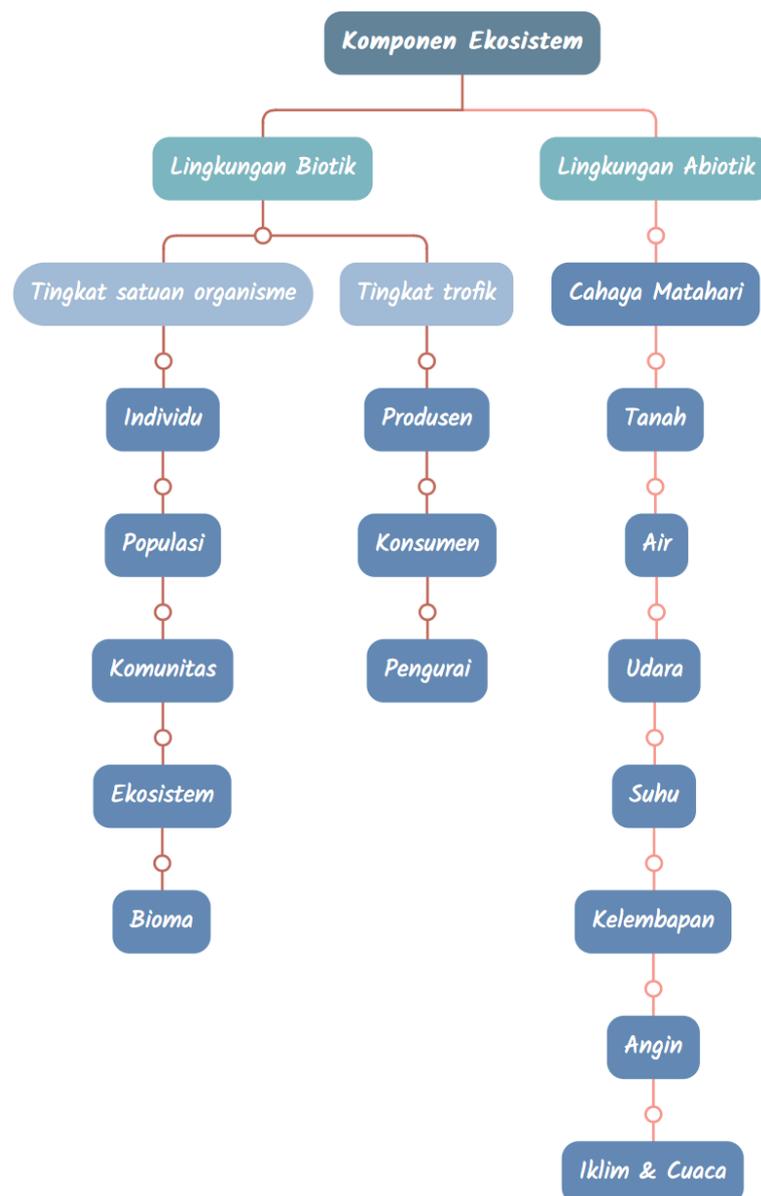
Tabel 2.1. Contoh Kata Kerja Operasional (KKO)

C1	C2	C3
Menyebutkan	Menjelaskan	Melaksanakan
Membaca	Memperkirakan	Menggunakan
Menghafal	Membandingkan	Mengkonsepkan
Menyatakan	Menyimpulkan	Menentukan
Menuliskan	Merangkum	Memproses
Memilih	Menjabarkan	Menyesuaikan
Memasangkan	Menerangkan	Mengimplementasikan
Mencatat	Meramalkan	Memproseskan
Mengidentifikasi	Mengartikan	Melakukan
Menghafal	Menceritakan	Menghubungkan
Menggarisbawahi	Menggantikan	Menghitung
C4	C5	C6
Menganalisis	Membandingkan	Mengabstraksi
Memecahkan	Menilai	Mengkombinasikan
Mendeteksi	Mengkritik	Mengarang
Mendiagnosis	Memutuskan	Membangun
Menyeleksi	Menafsirkan	Menciptakan
Memerinci	Mempertahankan	Merancang
Mendiagramkan	Membuktikan	Merencanakan
Membagikan	Mendukung	Memadukan
Mengaitkan	Mengecek	Memproduksi
Menelaah	Memvalidasi	Membuat

Mengacu pada tabel yang tercantum di atas, guru dapat mengevaluasi capaian belajar yang telah ditentukan dalam kegiatan belajar dan mengajar. Dalam upaya mengimplementasikan capaian belajar yang ingin didapatkan dalam domain kognitif, terdapat beberapa contoh kata kerja operasional yang dapat dimanfaatkan oleh guru (Anderson & Krathwohl, 2010).

## 5. Materi Ekosistem (KD 3.10)

### a. Komponen-Komponen dalam Ekosistem



Gambar 2.3. Bagan Komponen-Komponen Ekosistem

Setiap ekosistem terdiri dari proses yang saling terhubung dan mempengaruhi antara setiap komponennya. Ekosistem dibentuk oleh dua komponen utama, yaitu komponen biotik yang mencakup organisme hidup, serta komponen abiotik yang melibatkan faktor non-hidup.

### 1) Komponen Biotik

Makhluk hidup merupakan komponen biotik dalam ekosistem meliputi tumbuhan, hewan, fungi dan protista. Setiap organisme dalam ekosistem memiliki peran tertentu, baik sebagai produsen, konsumen, maupun dekomposer.

Organisme yang memiliki klorofil dan dapat menghasilkan zat organik dan anorganik melalui proses fotosintesis disebut produsen. Mereka juga dikenal sebagai organisme autotrof. Kemudian organisme heterotrof akan memanfaatkan zat organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis tersebut. Organisme heterotrof meliputi manusia dan hewan, yang berperan sebagai konsumen.

Organisme saprofit meliputi bakteri pengurai dan jamur saproba berperan sebagai dekomposer (pengurai). Dekomposer memiliki peran yang sangat penting dalam ekosistem karena mereka menguraikan bahan organik yang mati dan mengembalikan nutrisi penting ke dalam tanah untuk pertumbuhan tumbuhan.

Organisme pemakan bahan organik mati (detritus) disebut detritivor. Detritivor bekerjasama dengan pengurai mengembalikan nutrisi yang disimpan dalam detritus untuk kembali ke dalam ekosistem.

### 2) Komponen Abiotik

Komponen abiotik terdiri atas unsur-unsur fisik dalam lingkungan yang tidak hidup.

a) Cahaya Matahari

Sumber energi utama bagi makhluk hidup adalah matahari, sehingga secara tak langsung, semua makhluk hidup di bumi bergantung pada sinar matahari. Tumbuhan menggunakan klorofil untuk menyerap cahaya matahari.

b) Tanah

Sebagian besar organisme, termasuk manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme, hidup di tanah. Tanah dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan kandungan bahan organiknya, yakni tanah mineral terbentuk dari bahan dasar batuan yang terdiri dari mineral-mineral dan tanah organik terbentuk dari bahan dasar organik atau sisa-sisa tumbuhan.

c) Air

Air memiliki peran penting dalam tubuh sebagai agen pengangkut, pelarut zat-zat penting dan berperan dalam proses metabolisme. Dalam proses fotosintesis, air dimanfaatkan tumbuhan dalam menghasilkan zat makanan.

d) Udara

Udara adalah kombinasi berbagai gas yang menyelimuti planet bumi. Beberapa gas yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup adalah  $O_2$ ,  $CO_2$  serta N. Oksigen ( $O_2$ ) memiliki peran penting dalam menghasilkan energi pada proses pembakaran zat makanan.

e) Suhu

Perubahan suhu lingkungan memiliki dampak signifikan terhadap kehidupan makhluk hidup. Suhu lingkungan sangat memengaruhi metabolisme tubuh hewan, tumbuhan dan manusia.

f) Kelembapan

Di ekosistem darat, kandungan air di udara menentukan kelembapan udara. Terdapat beberapa istilah yang digunakan untuk menggambarkan kelembapan udara, seperti kelembapan absolut ( $\text{gram/m}^3$ ), kelembapan spesifik ( $\text{gram/kg}$ ) dan kelembapan relatif (%).

g) Angin

Angin merupakan pergerakan massa udara dari daerah dengan tekanan tinggi ke daerah dengan tekanan rendah. Kecepatan angin biasanya diukur pada ketinggian dua meter dari permukaan tanah yang ditumbuhi rumput, dalam satuan meter per detik (m/det).

h) Iklim dan Cuaca

Iklim merujuk pada kondisi cuaca yang berlangsung selama periode yang cukup lama sekitar 30 tahun, di suatu daerah yang luas. Cuaca, di sisi lain merupakan kombinasi dari beberapa elemen seperti suhu, kelembapan, awan, radiasi matahari dan curah hujan.

b. Interaksi Antar Komponen dalam Ekosistem

1) Interaksi Antar Organisme

Simbiosis merupakan bentuk hubungan yang sangat erat dan khusus, di mana terlibat organisme yang disebut sebagai simbion.

a) Netral

Hubungan antara organisme dalam satu habitat yang sama, dimana keduanya tidak saling diuntungkan maupun dirugikan disebut simbiosis netral. Salah satu contohnya adalah hubungan antara rusa dan zebra.

b) Predasi

Hubungan antara predator yang yang di mangsa disebut predasi. Keduanya saling terkait karena keberadaan mangsa penting bagi kelangsungan hidup predator, begitu pula sebaliknya, keberadaan predator mengontrol populasi mangsa.

c) Parasitisme

Bentuk hubungan antara dua organisme dimana salah satu simbiosis mendapatkan keuntungan sementara simbiosis lainnya merugi merupakan simbiosis parasitisme. Organisme yang hidup di dalam atau di atas organisme lain dan memperoleh makanan atau keuntungan dari inangnya disebut parasit.

d) Komensalisme

Interaksi dua organisme yang hidup bersama namun berbeda spesies. Jenis hubungan ini, satu simbiosis mendapatkan manfaat tanpa merugikan atau memberikan manfaat pada simbiosis lainnya. Contoh, tanaman anggrek hidup menempel di pohon mangga.

e) Mutualisme

Suatu bentuk timbal balik dua organisme yang keduanya saling menguntungkan. Keterkaitan antara *Rhizobium* dan bintil akar pada tanaman kacang-kacangan adalah contoh dari hubungan saling menguntungkan.

2) Interaksi Antar Populasi

a) Kompetisi

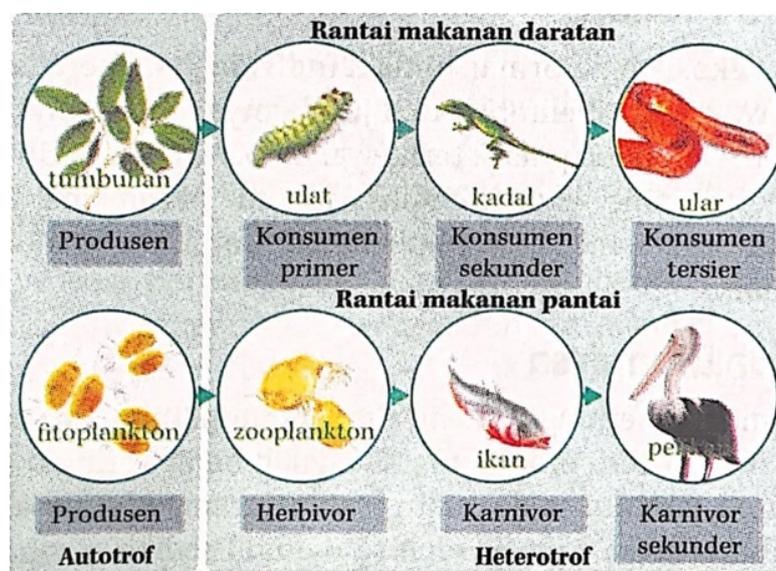
Persaingan terjadi jika pada suatu populasi atau organisme dengan kesamaan dalam kebutuhannya dinamakan kompetisi. Contohnya adalah persaingan di padang rumput antara zebra dan banteng.

b) Alelopati

Alelopati adalah bentuk hubungan yang terjadi pada tumbuhan. Beberapa tumbuhan memiliki kemampuan untuk menghasilkan zat-zat yang dapat menghambat pertumbuhan hewan atau tumbuhan lain, bahkan dapat menyebabkannya mati. Sebagai contoh, di dekat pohon walnut sedikit ditemui pepohonan yang tumbuh.

c. Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan

Pola hubungan memakan dan dimakan pada suatu ekosistem membentuk sebuah keterkaitan yang teratur dan berikatan, mirip dengan sebuah rantai. Oleh karena itu, pola ini disebut juga rantai makanan (*food chain*).



Gambar 2.4. Contoh Rantai Makanan

(Sumber: Buku Siswa Aktif dan Kreatif Belajar Biologi 1, 2016)

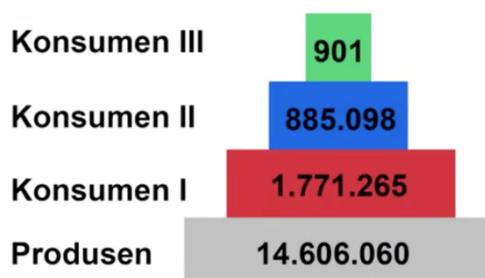
Berbagai rangkaian makanan (rantai-rantai makanan) dalam suatu ekosistem disebabkan oleh ragam makanan yang dikonsumsi. Hubungan antara rangkaian makanan di dalam ekosistem membentuk suatu pola percabangan yang kompleks dan dikenal sebagai jaring-jaring makanan (*food web*).

Para ahli ekologi mengklasifikasikan organisme dalam tingkatan trofik berdasarkan urutan kejadian memakan dan dimakan pada suatu ekosistem. Pada dasarnya, produsen mendiami tingkat trofik I sebagai organisme autotrof. Konsumen primer yang merupakan herbivora, mendiami tingkat trofik II sebagai pemakan langsung dari produsen. Konsumen sekunder termasuk karnivora, berada pada tingkat trofik III dan seterusnya sebagai pemakan dari konsumen di tingkat trofik sebelumnya.

#### d. Piramida Ekologi

Komunitas pada salah sebuah ekosistem memiliki struktur tingkatan khas karena adanya interaksi antar makhluk hidup. Dalam ekosistem alami, produsen biasanya memiliki besaran kuantitas yang lebih dibandingkan konsumen trofik I serta konsumen trofik I dengan totalan lebih besar daripada konsumen trofik II. Struktur ini dapat di ilustrasikan dalam bentuk piramida ekologi dengan ujung semakin runcing. Terdapat tiga jenis piramida ekologi, yakni piramida jumlah, piramida biomassa dan piramida energi.

##### 1) Piramida Jumlah



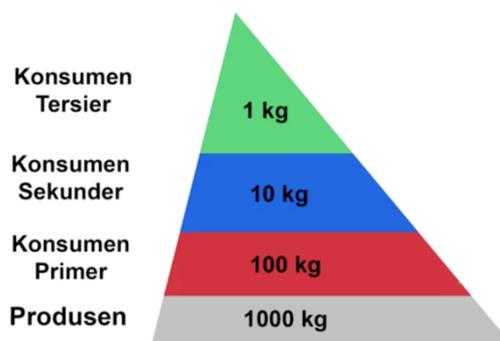
Gambar 2.5. Contoh Piramida Jumlah

(Sumber: <https://roboguru.ruangguru.com>)

Dalam suatu ekosistem yang normal, tingkat trofik I umumnya memiliki jumlah individu yang paling melimpah dan lebih banyak daripada tingkat trofik II. Pola ini berlaku juga untuk tingkat trofik yang lebih tinggi, yang berarti semakin tinggi tingkat

trofik suatu organisme, jumlah individunya semakin sedikit. Piramida jumlah dapat menilustrasikan banyaknya individu di setiap tingkatan trofik.

## 2) Piramida Biomassa

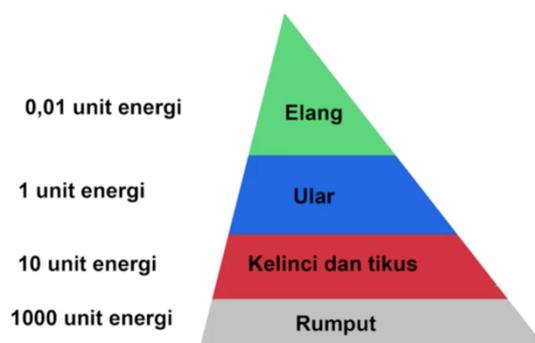


Gambar 2.6. Contoh Piramida Biomassa

(Sumber: <https://roboguru.ruangguru.com>)

Piramida biomassa digunakan untuk mengilustrasikan total massa dari berbagai organisme dalam lingkungan tertentu. Biomassa merujuk pada total berat kering komponen biotik dalam area yang ditentukan pada suatu waktu tertentu ( $\text{gram/m}^2$ ). Untuk melindungi tempat asal suatu organisme, sampel yang diambil untuk dihitung berjumlah kecil lalu banyaknya biomassa keseluruhan.

## 3) Piramida Energi



Gambar 2.7. Contoh Piramida Energi

(Sumber: <https://roboguru.ruangguru.com>)

Meskipun piramida biomassa cukup akurat, tetapi nyatanya tidak selalu memberikan informasi yang dibutuhkan mengenai ekosistem tertentu. Sebagai alternatif, piramida energi memberikan ilustrasi yang lebih tepat mengenai aliran energi dalam suatu ekosistem. Piramida energi menggambarkan pengurangan secara bertahap dalam jumlah energi pada setiap tingkatan trofik. Penurunan energi ini disebabkan oleh beberapa faktor, yakni hanya sebagian makanan yang berhasil didapatkan dan dikonsumsi pada tingkatan trofik berikutnya, tidak semua makanan yang dikonsumsi dapat dicerna sepenuhnya, sebagian diantaranya dikeluarkan sebagai limbah dan sebagian energi yang digunakan akan terlepas dalam membentuk panas tubuh.

e. Tipe-Tipe Ekosistem

1) Ekosistem Darat

a) Vegetasi Dataran Rendah

Vegetasi dataran rendah merujuk pada jenis vegetasi yang berada di ketinggian 0 - 1.000 mdpl. Vegetasi dataran rendah mencakup berbagai jenis vegetasi daratan lainnya, seperti hutan bakau, hutan rawa air tawar, hutan rawa gambut dan hutan tepi sungai.

b) Vegetasi Pegunungan

Ekosistem pegunungan terjadi pada daerah dengan ketinggian 1.000 - 4.600 mdpl dan mencakup vegetasi alpin yang ditemukan di pegunungan tinggi di Papua. Iklim dan cuaca pada ekosistem pegunungan dipengaruhi oleh ketinggian. Lebih tinggi suatu daerah, curah hujan akan lebih rendah. Kondisi curah hujan yang rendah ini berdampak pada tingkat keberagaman komunitas yang rendah pula.

c) Ekosistem Laut

Ekosistem bahari dikenal juga sebagai ekosistem laut yang ditandai oleh tingginya kadar garam pada air (salinitas). Rata-rata salinitas air laut adalah 3,5%. Pada kawasan tropis, suhu air laut sekitar 25°C. Suhu di atas dan di bawah perairan terdapat perbedaan yang signifikan. Suhu air laut di tempat yang lebih dingin cenderung sama, yang memungkinkan pencampuran air terjadi. Kondisi ini menjadikan permukaan laut sangat subur dengan kelimpahan plankton dan ikan.

Komunitas biotik dalam ekosistem laut memiliki peran yang berbeda-beda, contohnya produsen dan konsumen. Produsen (fitoplankton, diatom, dan dinoflagelata) dalam ekosistem laut menghasilkan energi melalui proses fotosintesis, sedangkan konsumen (zooplankton, bentos, nekton dan bakteri) memanfaatkan energi melalui rantai makanan.

d) Ekosistem Terumbu Karang

Ekosistem terumbu karang berada di perairan dangkal. Kawasan ini masih mendapatkan cahaya matahari sehingga dapat terjadi. Di dalam ekosistem ini terdapat keberagaman hayati yang mencakup berbagai jenis ikan, udang, ganggang, serta berbagai jenis Coelenterata.

e) Ekosistem Pantai

Ekosistem pantai terletak di antara ekosistem darat, laut dan daerah pasang surut. Ekosistem ini dipengaruhi oleh siklus pasang surut air laut. Organisme yang berada di ekosistem pantai telah mengembangkan adaptasi struktural untuk melekat pada substrat yang keras. Wilayah ini didiami oleh berbagai jenis ganggang, moluska, remis, porifera, anemon laut, kerang, siput herbivora dan karnivora, kepiting, landak laut, bintang laut serta ikan-ikan kecil.

f) Ekosistem Estuari

Ekosistem estuari digolongkan kedalam jenis perairan semi tertutup, ekosistem tersebut merupakan peralihan dari laut yang mempunyai salinitas tinggi dan air tawar. Daerah ini ditandai oleh pertemuan antara arus air dan arus pasang surut berlawanan yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sedimentasi, pencampuran air dan karakteristik fisik lainnya yang berdampak besar pada kehidupan biotiknya. Salinitas air tawar akan mengalami perubahan yang bertahap menuju perairan laut. Arus air, pasang surut air dan keadaan muka bumi atau topografi wilayah estuarial adalah beberapa faktor yang menyebabkan perubahan salinitas yang terjadi di ekosistem tersebut.

g) Ekosistem Air Tawar

Ekosistem air tawar memiliki beberapa karakteristik meliputi variasi suhu antara siang dan malam yang tidak besar, intensitas cahaya yang tidak banyak, selain itu kondisi iklim atau cuaca juga dapat mempengaruhi keadaan ekosistem air tawar. Habitat air tawar berfungsi sebagai penghubung antara habitat yang ada di laut dan habitat yang ada di darat. Dalam ekosistem air tawar, ganggang dan tumbuhan akuatik lainnya menjadi produsen yang penting. Terdapat empat kelompok utama yang membentuk ekosistem air tawar, yaitu moluska, serangga air, udang-udangan dan ikan.

Ekosistem air tawar berdasarkan aliran airnya dapat dibagi menjadi dua jenis, yakni ekosistem air yang tidak mengalir (lentik) dan ekosistem air yang mengalir (lotik). Contoh ekosistem air yang tidak mengalir seperti danau dan rawa, sementara ekosistem air yang mengalir dapat ditemukan di sungai.

Beberapa klasifikasi organisme yang hidup di ekosistem perairan berdasarkan kebiasaan hidupnya sebagai berikut :

- Bentos yakni organisme yang hidup di dasar perairan dengan cara menempel pada substrat
- Perifiton yakni organisme yang melekat pada makhluk hidup lainnya atau bagian permukaan yang menonjol di dasar perairan.
- Plankton yakni organisme yang menggambang dan bergerak sesuai arus perairan.
- Nekton yakni organisme yang bisa bergerak secara bebas di dalam perairan.
- Neuston yakni organisme perairan yang berada atau berenang di permukaan perairan.

#### h) Danau

Danau merupakan sebuah perairan yang terbentuk akibat genangan air dan didalamnya tersebar berbagai makhluk hidup yang menempati wilayah tersebut sesuai kedalaman dan jarak dengan tepi danau. Bagian dalam danau dibagi menjadi beberapa daerah yang dinedakan berdasarkan tingkat penetrasi cahaya matahari. Selain itu, ada daerah di dalam danau yang akan berubah secara cepat, yang disebut sebagai termoklin. Pada daerah termoklin akan terjadi pemisahan berdasarkan suhu, suhu yang hangat berada di bagian atas danau, dan suhu yang lebih dingin berada di dasar danau.

#### i) Kolam

Kolam merupakan perairan air tawar yang memiliki ukuran relatif kecil. Kolam umumnya memiliki zona litoral yang luas, sementara zona limnetik dan profundalnya terbatas atau bahkan tidak ada.

## j) Sungai

Sungai adalah perairan yang airnya mengalir menuju arah tertentu. Sungai memiliki air yang dingin, jernih serta tidak mengandung banyak sedimen dan nutrisi. Aliran air dan gelombang yang konstan memberikan pasokan oksigen ke dalam air. Ketinggian dan garis lintang dapat mempengaruhi suhu air sungai.

## f. Perubahan Lingkungan

Ketidakseimbangan lingkungan dapat terjadi akibat gangguan terhadap faktor biotik dan abiotik, salah satunya adalah pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan terjadi ketika suatu zat pencemar atau polutan masuk ke dalam lingkungan melebihi ambang batas atau toleransi lingkungan yang telah ditetapkan.

## 1) Pencemaran Udara

Proses pembakaran yang tidak ideal, emisi asap rokok, dan gas lainnya dapat menjadi penyebab terjadinya pencemaran udara. Contohnya adalah gas-gas seperti CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan CFC<sub>4</sub>.

Tabel 2.2. Contoh Pencemaran Udara

No.	Polutan	Efek
1.	CO <sub>2</sub>	Global warming (pemanasan global) dan efek rumah kaca
2.	CO (karbon monoksida)	Asfiksi (gangguan pengikatan O <sub>2</sub> oleh Hb)
3.	SO <sub>2</sub> dan NO <sub>2</sub>	Hujan asam
4.	CFC	Berlubangnya lapisan ozon

## 2) Pencemaran Air

Kualitas air yang terganggu oleh masuknya zat-zat dapat menyebabkan pencemaran air.

Tabel 2.3. Contoh Pencemaran Air

No.	Polutan	Efek
1.	Pupuk organik	Eutrofikasi, dengan ciri-ciri: - Kadar O <sub>2</sub> terlarut turun - Kadar permintaan O <sub>2</sub> naik
2.	Pestisida (insektisida)	Biomagnifikasi (kadar DDT semakin naik pada setiap tingkatan trofik)
3.	Biota asing	Gangguan keseimbangan ekosistem

### 3) Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah terjadi ketika zat atau suatu komponen memasuki tanah. Dampak dari pencemaran tanah meliputi kematian organisme tanah dan gangguan dalam penyerapan mineral oleh akar tanaman yang mengganggu proses pembentukan suatu senyawa. Konsekuensinya, semua komponen ekosistem akan terganggu karena ketergantungan mereka pada tumbuhan sebagai produsen. Pencemaran tanah dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti hujan asam, penumpukan sampah anorganik di tanah, aktivitas penambangan dan pembuangan limbah zat-zat kimia.

## 6. Kondisi Sekolah

Yayasan Paguyuban Pasundan yang didirikan pada tanggal 17 Agustus 1957 merupakan sebuah organisasi terkemuka di Jawa Barat yang beroperasi dalam kemasyarakatan. Yayasan tersebut yang mendirikan SMA Pasundan 1 Bandung terletak di Jl. Balonggede No. 28, Balonggede, Kec. Regol, Kota Bandung, Jawa Barat. Sekolah ini berada di tengah pusat kota Bandung yang dengan mudah dapat dijangkau oleh berbagai transportasi umum darat. SMA Pasundan 1 merupakan salah satu sekolah yang sangat dikenal dan diminati siswa di Jawa Barat, terutama di kota Bandung.

Suasana belajar mengajar di SMA Pasundan 1 Bandung cukup kondusif. Berbagai jenis organisasi kesiswaan dan unit kegiatan minat dan bakat tersedia dan dapat diikuti oleh seluruh siswa SMA Pasundan 1 Bandung dalam pengembangan kreativitas siswa, seperti organisasi siswa intra sekolah (OSIS), pencak silat, palang merah remaja (PMR), bola voli, dll. Selain organisasi dan unit kegiatan, di SMA Pasundan 1 Bandung juga menyediakan fasilitas sebagai penunjang siswa dalam aktivitas belajar mengajar yang cukup lengkap, mulai dari ruang kelas, perpustakaan, kantin dan lapangan olahraga yang menjadi satu dengan lapangan upacara.

## B. Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.4. Penelitian Terdahulu

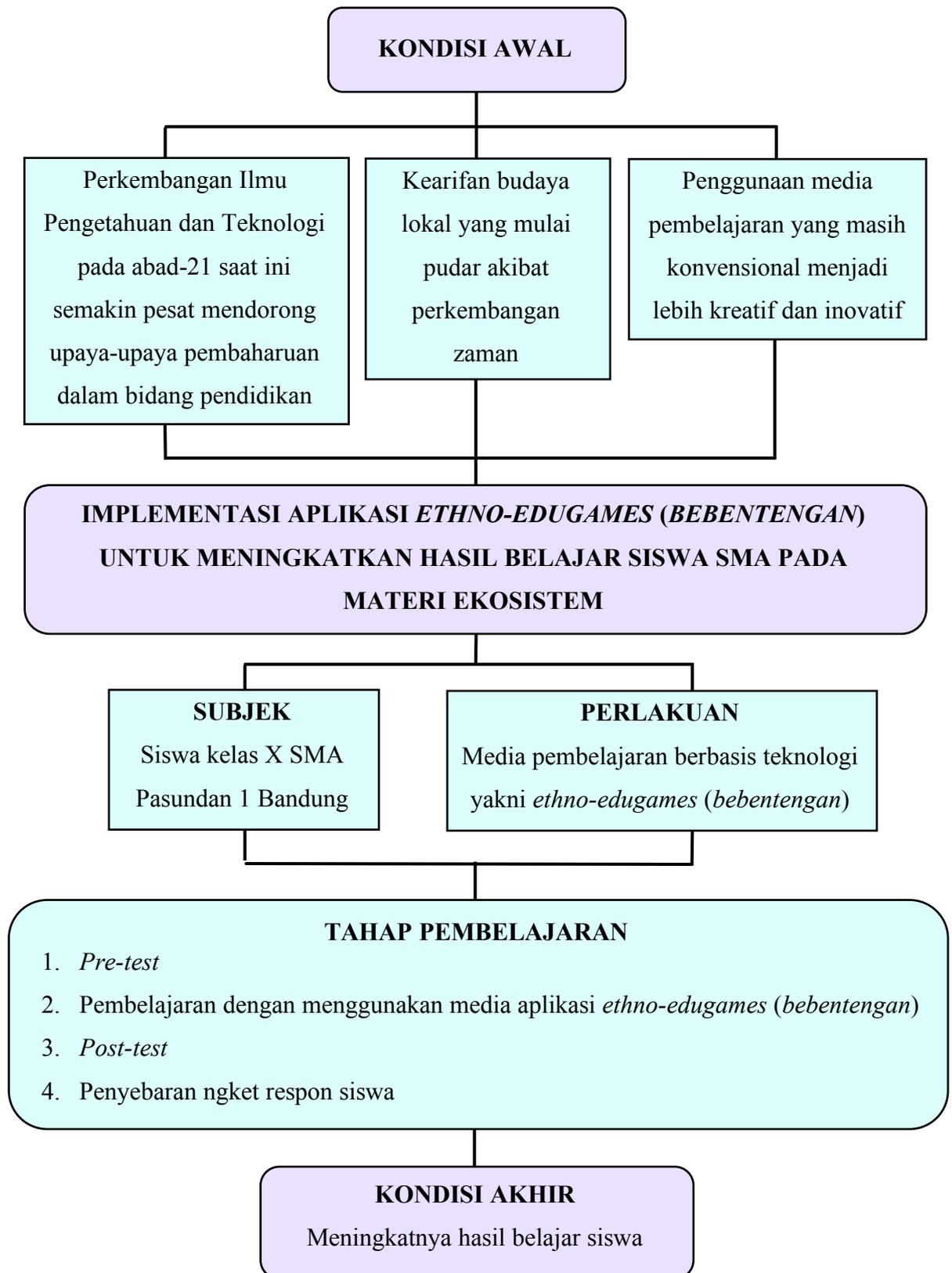
No.	Penulis	Judul	Tahun	Hasil
1.	Uus Toharudin, Iwan Setia Kurniawan, Dahlia Fisher	<i>Sundanese Traditional Game 'Bebentengan' (Castle): Development Of Learning Method Based On Sundanese Local Wisdom</i>	2021	Pembelajaran permainan bebentengan memberikan perbedaan yang signifikan bagi siswa. Untuk perbandingan antara SD dan SMP, didapatkan sig 0,079 lebih besar dari 0,05; untuk perbandingan antara SD dan SMA, didapatkan sig 0,006 kurang dari 0,05; dan untuk perbandingan antara SMP dan SMA, sig 0,079 > 0,314. Hasil angket menunjukkan, siswa memperlihatkan ketertarikan terhadap metode pembelajaran ini.
2.	Mia Nurkanti, Iwan Setia Kurniawan, Devi Ayu Mayangsari, Handi Suganda	Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Menggunakan <i>Teams Games Tournament (TGT)</i> dan Permainan <i>Hompipa</i> pada Materi Sel	2020	Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa eksperimen dengan rata-rata nilai <i>pre-test</i> sejumlah 43,43 dan <i>post-test</i> sejumlah 85,49, sedangkan siswa kontrol dengan rata-rata nilai <i>pre-test</i> 51,07 dan <i>post-test</i> 57,47. Ranah afektif menilai seberapa tertarik hasil belajar siswa tentang konsep

				biologi sel. Siswa rata-rata menunjukkan respon positif.
3.	Arief Faturrohman, Anda Juanda, Asep Mulyani	Penerapan Media Pembelajaran Berbasis <i>Game</i> Android untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X MIPA pada Materi Kingdom Animalia	2018	Diperoleh hasil yang menunjukkan kelas yang diberikan <i>game</i> android dan kelas yang tidak diberikan <i>game</i> android memiliki hasil belajar yang lebih baik. Hasil aktivitas siswa rata-rata presentase 79,02%, yang merupakan hasil yang baik. Siswa menanggapi dengan baik penggunaan media pembelajaran berbasis <i>game</i> android untuk mengajarkan materi biologi, kingdom animalia.

### C. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran pada penelitian ini adalah penggunaan media pembelajaran yang berbasis teknologi interaktif dengan disisipkannya kearifan lokal budaya Sunda yang mulai pudar yakni permainan tradisional *bebentengan* pada media pembelajaran. Maka dari itu dibuatlah aplikasi *ethno-edugames (bebentengan)* sebagai media pembelajaran berbasis teknologi interaktif yang dapat digunakan sebagai indikator penunjang pembelajaran pada abad 21, dimana teknologi sudah berkembang semakin pesat dan canggih dibandingkan dengan penggunaan media pembelajaran yang masih konvensional.

Subjek yang dituju adalah siswa kelas X SMA Pausundan 1 Bandung. Tahapan pembelajaran dimulai dengan pemberian soal *pre-test* kepada siswa, selanjutnya melaksanakan kegiatan pembelajaran dengan diberi perlakuan penggunaan aplikasi *ethno-edugames (bebentengan)* kemudian diakhiri dengan memberikan soal *post-test* pada siswa. Hasil akhir yang diinginkan oleh peneliti adalah adanya peningkatan pada hasil belajar siswa yang telah diberi perlakuan dengan media pembelajaran aplikasi *ethno-edugames (bebentengan)*.



Gambar 2.8. Bagan Kerangka Pemikiran

## D. Asumsi dan Hipotesis Penelitian

### 1. Asumsi

Aplikasi *ethno-edugames (bebentengan)* sebagai media pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar siswa karena pada pelaksanaannya siswa yang lebih berperan aktif dalam menggunakan aplikasi *ethno-edugames (bebentengan)* selama proses pembelajaran berlangsung. Aplikasi *ethno-edugames (bebentengan)* dikembangkan dari kearifan lokal budaya Sunda yakni permainan tradisional *bebentengan*, sehingga asumsi yang diperoleh pada penelitian ini adalah penggunaan media pembelajaran aplikasi *ethno-edugames (bebentengan)* dapat meningkatkan hasil belajar materi ekosistem pada siswa kelas X di SMA Pasundan 1 Bandung.

### 2. Hipotesis

Berdasarkan pemaparan uraian kerangka pemikiran maka hipotesis yang diutarakan dalam penelitian ini adalah penggunaan aplikasi *ethno-edugames (bebentengan)* dapat meningkatkan hasil belajar siswa kelas X pada materi ekosistem di SMA Pasundan 1 Bandung.

$H_0$  : Tidak terdapat peningkatan terhadap hasil belajar siswa pada materi ekosistem yang telah diberikan perlakuan dengan penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi yakni aplikasi *ethno-edugames (bebentengan)*.

$H_a$  : Terdapat peningkatan terhadap hasil belajar siswa pada materi ekosistem yang telah diberikan perlakuan dengan penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi yakni aplikasi *ethno-edugames (bebentengan)*.