

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. Aplikasi *Smartphone*

Aplikasi adalah program yang diciptakan untuk membantu pengguna dalam menjalankan tugas-tugas tertentu. Aplikasi adalah suatu rancangan sistem dengan ketentuan bahasa pemrograman yang memiliki kemampuan untuk membantu pengolahan data dan melakukan tugas yang diinginkan oleh perancang (Maryono, 2017).

Kemajuan teknologi komunikasi terjadi dengan sangat cepat akhir-akhir ini, salah satunya *smartphone* menjadi alat komunikasi yang paling penting. Untuk pertukaran informasi yang lebih efektif dan akurat, teknologi komunikasi sangat penting digunakan (Daeng, Mewengkang, & Kalesaran, 2017). *Smartphone* memiliki peran sentral dalam kehidupan sehari-hari, digunakan untuk berbagai aplikasi seperti informasi, komunikasi, pendidikan, dan hiburan.

Smartphone adalah perangkat seluler yang memiliki berbagai fitur, seperti resolusi layar yang tinggi, kecepatan pemrosesan yang cepat, dan sistem operasi seluler yang terintegrasi (Daeng *et al.*, 2017). Melalui berbagai fitur dan aplikasi yang ada di dalam *smartphone*, pengguna dapat mengakses apa pun yang mereka inginkan. Tersedia berbagai aplikasi yang dapat digunakan di *smartphone*, termasuk permainan (*games*), penyimpanan data, pengaturan jadwal (*reminder*), kalkulator, *email*, serta berbagai aktivitas lain seperti *video call* dan menonton video (Herdiana, Asnifatima, & Listyandini, 2020).

Peserta didik saat ini sering menggunakan *smartphone*, alat komunikasi canggih yang memungkinkan mereka untuk berkomunikasi secara fleksibel di mana pun dan kapan pun. *Smartphone* memiliki potensi besar sebagai alat untuk mencapai tujuan pembelajaran dalam berbagai penelitian (Wilatika, 2015). Penggunaan *smartphone* juga dapat mengoptimalkan metode pembelajaran, menjadikannya lebih efektif dan efisien. Oleh karena itu, *smartphone*

menawarkan peluang besar untuk mengembangkan mutu pembelajaran, baik di dalam ataupun di luar kelas (Kurniawan & Hidayat, 2017).

Salah satu teknologi yang digunakan untuk pendidikan, baik di dalam maupun di luar kelas adalah *e-learning*. Melalui akses terhadap sumber daya pendidikan, *e-learning* memberikan peserta didik lingkungan belajar yang baru (González *et al.*, 2015). Perangkat pembelajaran berbasis *smartphone* kini sudah tersedia dan menawarkan peluang besar bagi pendidik untuk meningkatkan pengetahuan peserta didik dengan cara berbagi informasi melalui perangkat *mobile* (Pustikayasa, 2019).

2. Media Pembelajaran

Pesan pembelajaran dapat efektif disampaikan melalui berbagai jenis media pembelajaran (Sanaky, 2013). Semua media yang tersedia bisa dimanfaatkan untuk mendukung peserta didik selama proses pembelajaran, menciptakan lingkungan yang mendukung yang akan meningkatkan keberhasilannya, dan menggunakan berbagai strategi untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Moto, 2019).

Penjelasan ini menunjukkan bahwa media pembelajaran adalah alat atau metode untuk mengajarkan konsep atau pengetahuan, yang dapat mendorong peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran dalam rangka memenuhi tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Media pendidikan berfungsi sebagai penghubung dan sumber inspirasi bagi peserta didik agar tertarik untuk belajar secara aktif, yang pada akhirnya memastikan tercapainya tujuan pembelajaran dan optimalnya hasil belajar.

Disisi lain pemilihan media pembelajaran ini tidaklah mudah, selaras dengan pendapat Utari (2021) bahwa pemilihan media memerlukan penguasaan bahan ajar yang baik oleh pendidik, selain itu media harus dimasukkan dalam *scenario*, baik jenisnya maupun cara digunakannya.

Media pembelajaran memiliki manfaat yang signifikan sebagai alat bantu dalam proses belajar mengajar, sesuai dengan pendapat Sudjana & Rivai (2011), diantaranya:

1. Pendidikan akan lebih menstimulasi peserta didik, membuat mereka lebih bersemangat untuk belajar.

2. Materi pembelajaran akan lebih mudah dipahami oleh peserta didik karena penjelasannya lebih jelas.
3. Metode pengajaran menjadi lebih beragam, tidak terbatas pada komunikasi verbal di satu sisi, sehingga peserta didik tidak mudah merasa bosan dan patah semangat.
4. Peserta didik akan semakin tertarik dengan proses pembelajaran karena mereka tidak hanya belajar dari pendidik, namun juga berpartisipasi dalam berbagai kegiatan seperti membaca, menulis, dan kegiatan terkait lainnya.

3. Implementasi

Implementasi berarti "pelaksanaan" atau "penerapan", seperti yang tercantum dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia. Implementasi ini merupakan proses pelaksanaan rencana yang telah direncanakan dengan tepat (Desiyanti, 2021). Menurut Mulyadi (2015), implementasi juga dapat dilihat sebagai tindakan dalam mewujudkan tujuan yang sudah ditentukan dalam keputusan. Tujuan dari tindakan ini dimaksudkan untuk mengubah pilihan yang dibuat dalam penggunaan model atau teknik tertentu dalam konteks yang khusus. Tingkat modifikasi ini dapat bervariasi, tergantung pada tujuan yang telah ditentukan sebelumnya, dari perubahan yang signifikan hingga yang tidak.

Menurut Khasanah (2020), implementasi lebih dari sekedar menjalankan tugas, melainkan merupakan kegiatan yang dirancang secara cermat untuk mencapai tujuan-tujuan tertentu. Ada tiga hal yang dapat dikatakan tentang implementasi: (1) menjalankan rencana atau konsep; (2) mewujudkan ide, nilai, dan konsep dari sebuah implementasi; dan (3) menunjukkan proses perubahan yang dilakukan oleh pelaksana implementasi.

Ketika sebuah metode pengajaran diimplementasikan dalam lingkungan pendidikan, itu berarti bahwa tujuan-tujuannya selaras dengan kriteria yang telah ditentukan oleh para pendidik. Ada tiga kegiatan utama dalam implementasi pembelajaran: kegiatan awal untuk mempermudah pembelajaran dimulai, kegiatan inti seperti penyampaian materi, dan kegiatan penutup seperti melakukan penilaian hasil pembelajaran.

4. *Edugames*

Games merupakan jenis media interaktif yang dapat melatih otak, mengembangkan pola pikir dan emosi seseorang dengan adanya aturan dan kegiatan untuk memecahkan berbagai masalah. Anak-anak sering bermain *game* sebagai cara untuk menghibur diri dan mengusir kebosanan (Malau & Julianti, 2018). Menurut Novaliendry (2013), *edugames* dirancang untuk memungkinkan peserta didik mengumpulkan informasi secara aktif, meningkatkan wawasan, dan merencanakan sesuatu sambil bermain *game*. *Edugames* merupakan alat pendidikan yang bertujuan mendukung penggunaan teknologi multimedia interaktif dalam proses pembelajaran.

Menurut Munawaroh & Rahmadonna (2023) penggunaan metode permainan dalam pembelajaran dianggap dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang menyenangkan. Pembelajaran berbasis permainan sangat mungkin mendorong partisipasi aktif peserta didik dalam kegiatan kelas. Praktik ini juga dapat membantu peserta didik memahami materi yang diajarkan, yang nantinya bisa berdampak pada peningkatan hasil belajar mereka. Karena pengalaman belajar yang diberikan oleh pembelajaran berbasis permainan cenderung lebih berkesan bagi peserta didik, hal ini dapat mempengaruhi kemampuan otak mereka dalam menyerap dan mengingat informasi dengan lebih baik.

Menurut Nurrohman (2021) beberapa manfaat dari *edugames* diantaranya:

1. Permainan edukasi meningkatkan interaktivitas dan memicu rasa ingin tahu peserta didik.
2. Melalui permainan, peserta didik dapat belajar hal-hal baru dan menghadapinya sebagai tantangan belajar.
3. Permainan membantu peserta didik memahami konsep teknologi.
4. Permainan dapat meningkatkan keterampilan teknologi peserta didik.
5. Permainan bermanfaat sebagai alat pendidikan.
6. Permainan dapat digunakan sebagai sumber hiburan.

Edugames tentunya memiliki kriteria dalam pembuatannya, menurut Rachman & Rusdiansyah (2012) beberapa kriteria sebuah *educational game* diantaranya sebagai berikut:

1. Nilai keseluruhan (*overall value*)

Suatu *games* dipengaruhi oleh desain dan durasi *games* tersebut. *Edugames* menggunakan batas waktu yang diharuskan dalam penggunaannya untuk menentukan berapa lama waktu yang digunakan dalam *games*.

2. Kemampuan penggunaan (*useability*)

Sangat penting bagi pencipta atau pembuat *games* untuk membuat *games* yang mudah digunakan dan diakses.

3. Keakuratan (*accuracy*)

Dalam merancang aplikasi *edugames*, penting untuk memastikan bahwa konten dan model yang digunakan sesuai dan saling mendukung selama tahap perencanaan. Keberhasilan konten dalam permainan dapat menggambarkan akurasi dan implementasi desain aplikasi.

4. Kesesuaian (*appropriateness*)

Kesesuaian *games* merujuk pada sejauh mana konten dan desain *games* cocok dengan kebutuhan pengguna. Aplikasi *edugames* dirancang untuk menyediakan fitur-fitur yang mendukung pengguna dalam pengoperasiannya dengan lebih mudah.

5. Relevan (*relevance*)

Relevansi dalam konteks *games* mengacu pada kemampuan menerapkan konten yang sesuai dengan tujuan target pengguna. Sistem yang digunakan harus mendukung pengguna aplikasi untuk mencapai tujuan pembelajaran dengan relevan.

6. Objektivitas (*objectives*)

Objektivitas dalam konteks *edugames* mengacu pada penetapan tujuan pengguna dan standar untuk menilai keberhasilan serta kegagalan. Hal ini mencerminkan usaha untuk mengukur pencapaian hasil dari *games* tersebut secara objektif.

7. Umpan balik (*feedback*)

Umpan balik diberikan untuk membantu pengguna menilai apakah aplikasi *edugames* yang digunakan efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran atau tidak.

5. *Ethno-edugames*

Ethno-edugames menggabungkan unsur budaya (*ethno*), pendidikan (*edu*), dan permainan (*game*). Menurut Hardian (2019), *edugames* bertujuan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, dengan menggunakan elemen permainan dan video untuk menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan dinamis. *Ethno-edugames* khususnya mengaitkan budaya dengan pendidikan, menjadikannya alat yang dapat menarik perhatian peserta didik sekaligus melestarikan kearifan lokal.

Ethno-edugames memiliki banyak kelebihan, antara lain membuat materi pembelajaran lebih menarik lewat penyajian visualisasi, mempermudah proses pembelajaran, menjadi sarana belajar yang menyenangkan bagi peserta didik, sekaligus melestarikan kearifan lokal yang mulai tersingkirkan karena perkembangan zaman yang ada. Pembelajaran menggunakan media permainan dapat menarik minat peserta didik dengan animasi yang menampilkan materi pembelajaran, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang berkesan dan meningkatkan retensi informasi dalam jangka waktu yang lebih lama (Vitianingsih, 2016).

6. Sangkuriang

Cerita rakyat tentang sangkuriang, yang telah mulai terlupakan dalam keragaman budaya, menjadi inspirasi untuk pengembangan *ethno-edugames*. Sebagai salah satu budaya tradisional Jawa Barat, legenda sangkuriang diangkat kembali melalui permainan ini. *Game* ini berjenis *adventure games* yang umumnya membuat pemain harus menjelajahi suatu tempat. Untuk mencapai pulau terakhir dalam *game* ini, pemain harus menggunakan perahu untuk berlayar dari pulau ke pulau.

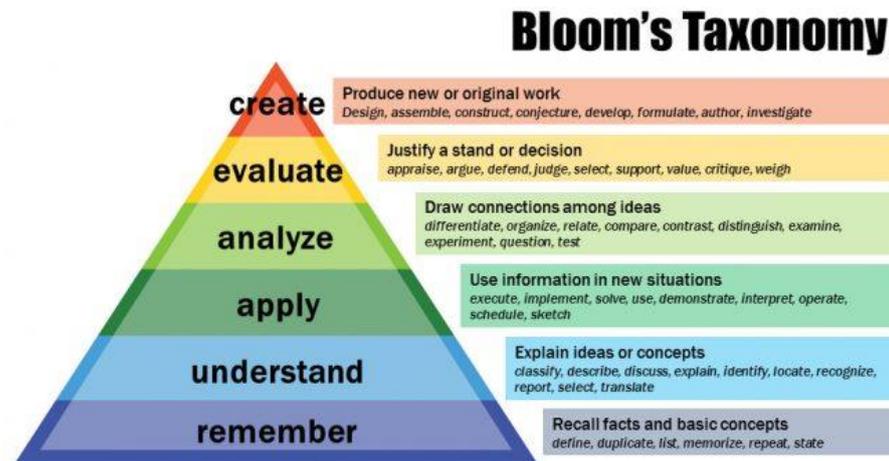
7. Hasil Belajar

“Hasil belajar ialah keterampilan yang didapat peserta didik setelah berpartisipasi dalam proses pembelajaran” (Sudjana, 2013). Hasil belajar mencakup penilaian perilaku, aspek kognitif, afektif, dan psikomotor peserta didik melalui penggunaan metode penilaian yang tertentu (Noor, 2020). Hasil belajar mencakup semua prestasi peserta didik yang didapat dari pengalaman belajar mereka. Perilaku dan pencapaian akademik peserta didik bisa berubah saat mereka terlibat dalam pembelajaran yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Perubahan jangka panjang dalam perilaku dan prestasi akademik disebut hasil belajar, sementara perubahan yang lebih cepat, seperti pada ujian harian, disebut prestasi belajar (Nisa, Koestiari, Habibulloh, & Jatmiko, 2018). Hasil belajar tidak terbatas pada angka atau huruf, tetapi juga dapat dievaluasi dari faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembelajaran.

Hasil belajar adalah hasil dari interaksi antara peserta didik dan pendidik selama kegiatan pembelajaran, yang dievaluasi oleh pendidik. Keberhasilan hasil belajar mencerminkan bahwa proses pembelajaran berjalan efektif dan berhasil (Syachtiyani & Trisnawati, 2021). Peserta didik perlu memiliki minat, motivasi, dan antusiasme dalam belajar (Nabillah & Abadi, 2019). Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar meliputi kesehatan, aspek spiritual, psikologis, dan lingkungan. Kerangka Bloom dapat digunakan untuk mengevaluasi prestasi belajar peserta didik melalui penilaian kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotorik mereka (Agustina, 2016). Pengetahuan, sikap afektif, dan keterampilan psikomotorik adalah komponen dari ranah kognitif. Penelitian ini fokus pada evaluasi kemampuan peserta didik dalam ranah kognitif tersebut (Juwita, Budimansyah, & Nurbayani, 2015). Hasil belajar dalam ranah kognitif peserta didik dapat berfungsi sebagai penanda keberhasilan pembelajaran. Faktor internal seperti motivasi dan minat terhadap pembelajaran, serta faktor eksternal seperti lingkungan, adalah beberapa variabel yang dapat mempengaruhi hasil dalam ranah kognitif (Rijal & Bachtar, 2015).

Taksonomi Bloom adalah struktur hierarki yang menggambarkan berbagai tingkat pemikiran kognitif dari yang paling mendasar hingga paling

kompleks dalam hasil belajar peserta didik. Dalam konteks pendidikan, Taksonomi Bloom dipakai untuk mengukur proses pembelajaran dan pencapaian peserta didik dalam pembelajaran kognitif dengan tujuan melacak evolusi dari tingkat dasar ke tingkat yang lebih kompleks (Effendi, 2017).



Gambar 2.1 Taksonomi Bloom
(Sumber: Retrani, 2022)

Taksonomi Bloom mengklasifikasikan kategori menjadi enam tingkat, dimulai dari pemikiran yang lebih rendah hingga yang lebih tinggi, yang mencakup:

1. Mengingat (*Remember*)

Memori adalah proses mengingat pelajaran yang telah dipelajari peserta didik sebelumnya melalui penggunaan ingatan terhadap informasi yang disimpan dalam masa lampau.

2. Memahami (*Understand*)

Peserta didik memahami informasi dan konsep yang disampaikan, seperti pesan dan bacaan, sehingga mereka dapat membuat kesimpulan tentang masalah yang dihadapi.

3. Menerapkan (*Apply*)

Peserta didik menggunakan proses kognitif untuk memahami masalah dengan cara yang dapat mereka terapkan atau gunakan.

4. Menganalisis (*Analyze*)

Peserta didik melakukan analisis masalah yang saling terkait dengan memisahkan setiap bagian dari permasalahan dan menghubungkan mereka satu sama lain.

5. Mengevaluasi (*Evaluate*)

Peserta didik dapat menilai proses pembelajaran ini berdasarkan standar kualitas, efektivitas, efisiensi, dan konsistensi secara komprehensif.

6. Menciptakan (*Create*)

Peserta didik menggunakan proses kognitif untuk menggabungkan komponen-komponen secara harmonis sehingga membentuk kesatuan baru dengan menyusun bagian-bagian menjadi pola atau bentuk yang berbeda dari sebelumnya. Mereka dapat menciptakan dengan mengembangkan proyek yang melibatkan identifikasi masalah, merencanakan solusi, dan menghasilkan solusi akhir.

8. Kondisi Sekolah

SMA Angkasa Lanud Sulaiman, yang berlokasi di Jl. Terusan Kopo Km. 10, Kecamatan Margahayu, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat 40229, mudah dijangkau dengan transportasi umum. Sekolah ini dikenal karena memiliki prestasi akademik yang tinggi dan lingkungan yang positif. Potensi peserta didik diidentifikasi berdasarkan bakat dan kemampuan mereka, baik dalam hal akademis maupun non-akademis. Kurikulum Merdeka sudah diterapkan di SMA Angkasa Lanud Sulaiman. Kelas X dan XI saat ini menggunakan kurikulum merdeka, namun kelas XII masih menggunakan kurikulum 2013.

Berdasarkan hasil pengamatan, proses pembelajaran di sekolah masih didominasi oleh metode konvensional, yaitu diskusi atau tanya jawab antara pendidik dan peserta didik. Sekolah belum memanfaatkan perkembangan teknologi sebagai media pembelajaran interaktif. Di sekolah tersebut, materi pembelajaran masih disampaikan melalui buku paket atau modul untuk peserta didik. Hal ini menyebabkan kurangnya minat belajar, karena mereka cenderung lebih tertarik menggunakan *smartphone* daripada membaca buku.

9. Materi Perubahan Lingkungan



Gambar 2.2 Perubahan Lingkungan
(Sumber: Irfan, 2023)

Gambar di atas menggambarkan dampak dari perubahan lingkungan. Perubahan ini sering kali disebabkan oleh aktivitas manusia dan faktor alam. Sebagai contoh, peningkatan jumlah penduduk yang disertai dengan kemajuan teknologi mengakibatkan semakin banyaknya eksploitasi sumber daya alam. Jika tidak dikendalikan, hal ini dapat menyebabkan perubahan atau pencemaran lingkungan. Perubahan lingkungan ini akan mempengaruhi keseimbangan ekosistem. Jika terjadi, kualitas lingkungan akan menurun dan manusia akan merasakan dampaknya.

A. Perubahan Lingkungan dan Pencemaran Lingkungan

1. Perubahan Lingkungan

Perubahan lingkungan, yang merupakan ketidakseimbangan ekosistem akibat aktivitas alam dan manusia, mencakup berbagai bencana alam, mulai daripada, tanah longsor, gempa bumi, letusan gunung berapi, banjir, tsunami, dan kekeringan berkepanjangan.

Di sisi lain, perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia terjadi karena tindakan yang tidak terkendali dalam memenuhi kebutuhan hidup, yang sering kali mengakibatkan dampak negatif pada lingkungan. Contoh kegiatan ini termasuk deforestasi dan pembuangan limbah tanpa pengolahan yang dapat menyebabkan perubahan lingkungan.

- a. Pembukaan lahan mengacu pada kegiatan manusia yang mengganggu beberapa komponen biologis dalam suatu ekosistem.



Gambar 2.3 Pembukaan Lahan

(Sumber: Nugraha, 2017)

Dampak dari pembukaan lahan antara lain adalah punahnya beberapa jenis flora dan fauna, berkurangnya kesuburan tanah, serta perubahan siklus air. Contoh aktivitas pembukaan lahan meliputi pengembangan area untuk permukiman, pertanian, industri, dan infrastruktur transportasi.

- b. Freon-11, 12, dan 13 digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai refrigeran dalam sistem pendingin seperti AC dan kulkas, serta sebagai bahan dalam aerosol. Penggunaan freon memiliki dampak terhadap lingkungan, terutama ketika gas ini terlepas ke atmosfer. Freon (CFC) dapat berubah menjadi karbon dioksida, yang meningkatkan kepadatan gas rumah kaca di atmosfer. Selain itu, CFC juga berkontribusi pada penipisan lapisan ozon, yang memungkinkan sinar ultraviolet matahari masuk langsung ke bumi dan menyebabkan peningkatan suhu global.
- c. Peningkatan aktivitas kendaraan bermotor menyebabkan peningkatan emisi gas buang dari proses pembakaran, yang pada akhirnya mengakibatkan pencemaran udara.



Gambar 2.4 Pencemaran Udara

(Sumber: Maulana, 2023)

Pemanasan global tercipta dari peningkatan emisi gas hasil pembakaran ke atmosfer, karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca.

- d. Aktivitas pertanian dengan penggunaan pestisida dan pupuk yang berlebihan dapat menimbulkan beberapa dampak negatif. Penggunaan pestisida yang berlebihan menyebabkan resistensi hama, terbunuhnya hama non-target, dan juga adanya residu pestisida terhadap hasil panen. Sementara itu, penggunaan pupuk yang terus-menerus mengganggu penyerapan air oleh akar dan menyebabkan eutrofikasi.



Gambar 2.5 Eutrofikasi

(Sumber: Suraga, 2022)

Hal ini terjadi karena pupuk yang mengandung ion nitrat dan ion fosfat, jika digunakan secara berlebihan, dapat masuk ke dalam ekosistem perairan dan menyebabkan pertumbuhan alga yang cepat di perairan.

- e. Eksploitasi sumber daya laut yang tidak ramah lingkungan, seperti penggunaan bahan peledak untuk menangkap ikan.



Gambar 2.6 Eksploitasi Sumber Daya Laut
(Sumber: Davemix, 2023)

Hal tersebut dapat mengakibatkan rusaknya terumbu karang, penggunaan pukot harimau dapat mengakibatkan rusaknya terumbu karang, terjaringnya ikan-ikan kecil sehingga kelangsungan hidup ikan terancam kepunahan.

2. Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan terjadi ketika polutan masuk ke dalam lingkungan dan menurunkan kualitasnya. Polutan ialah istilah untuk bahan atau zat yang dapat merusak lingkungan. Suatu barang atau komponen diklasifikasikan sebagai polutan jika jumlahnya melebihi kisaran standar dan ditemukan di lokasi atau waktu yang tidak sesuai, menyebabkan kerusakan lingkungan, serta mengganggu kesehatan atau menimbulkan penyakit.

Secara umum, polutan yang menyebabkan pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi dua jenis.

- a. Polutan *degradable* adalah zat-zat penyebab pencemaran yang bisa diurai kembali atau memiliki sifat bahaya yang dapat dikurangi menjadi tingkat yang bisa diterima oleh proses alami. Contohnya meliputi kotoran manusia, hewan, dan sisa-sisa tumbuhan yang mati.
- b. Polutan *nondegradable* adalah zat-zat penyebab pencemaran yang tidak dapat diurai secara alami karena struktur kimianya yang

kompleks. Contoh-contohnya mencakup limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), merkuri, timbal, arsenik, dan sejenisnya.

Pencemaran dapat diklasifikasikan berdasarkan lokasi kejadian, jenis bahan pencemar, dan tingkat keparahannya.

a. Pencemaran Menurut Tempat Terjadinya

1) Pencemaran Air



Gambar 2.7 Pencemaran Air

(Sumber: Aditya, 2020)

Ciri utama dari air bersih adalah tidak tercemar. Air dianggap tercemar jika telah mengalami perubahan pada warna, aroma, atau rasanya. Di samping itu, air yang terkontaminasi dapat mengakibatkan kematian bagi organisme yang tinggal di dalamnya.

Beberapa sumber pencemaran air termasuk yang berikut.

- a) Limbah bahan berbahaya seperti bahan radioaktif, logam berat, limbah padat, limbah pengolahan ternak, dan polutan panas dari air pendingin industri semuanya termasuk dalam kategori limbah industri. Logam berat seperti Pb, Hg, dan Zn dapat terakumulasi, contohnya di Teluk Minamata di Jepang yang terkontaminasi oleh merkuri (Hg).
- b) Sampah rumah tangga terdiri dari bahan organik yang dapat diurai oleh bakteri, mengurangi kadar oksigen dalam air, dan mengganggu kehidupan perairan. Kontaminasi air juga dapat disebabkan oleh sisa-sisa deterjen.
- c) Limbah pertanian meliputi sisa penggunaan pupuk kimia, pestisida, dan herbisida yang berlebihan. Fosfat dari dekomposisi bersama nitrat (NO_3) dan pupuk yang larut

dalam air dapat menumpuk dan menyebabkan eutrofikasi, yaitu peningkatan mineral yang merangsang pertumbuhan alga yang cepat (*bloom algae*).



Gambar 2.8 Blooming Algae
(Sumber: Utami, 2022)

Eutrofikasi mengakibatkan tanaman air tidak dapat melakukan fotosintesis karena kekurangan oksigen, yang menyebabkan kematian banyak ikan. Selain itu, eutrofikasi juga menghasilkan pendangkalan akibat endapan alga yang mati setelah mekar berlebihan di perairan. Kontaminasi DDT dapat berdampak pada biota sungai serta hewan dan manusia yang mengonsumsinya. Peningkatan konsentrasi DDT dapat berpotensi mematikan biota sungai. Konsentrasi DDT cenderung meningkat di setiap tingkat trofik dalam rantai makanan, mencapai puncaknya pada konsumen tertinggi, dalam proses yang disebut biomagnifikasi.

- d) Limbah pertambangan meliputi tumpahan minyak dari kegiatan pertambangan minyak di lepas pantai, dan kegiatan seperti penggunaan merkuri (Hg) dalam tambang emas untuk pemisahan emas dari bijihnya.

2) Pencemaran Udara



Gambar 2.9 Pencemaran Udara
(Sumber: Mutiarasari, 2023)

Sumber utama pencemaran udara meliputi aktivitas rumah tangga, industri, dan kendaraan bermotor. Kontaminan udara dapat dibagi menjadi dua kategori utama: partikel dan gas.

- a) Gas CO (karbon monoksida) merupakan hasil dari pembakaran tidak sempurna bahan bakar pada kendaraan bermotor dan mesin lainnya. Gas ini berbahaya karena lebih mudah terikat pada hemoglobin darah dibandingkan oksigen, mengganggu pengangkutan oksigen oleh darah.
- b) Gas CO₂ (karbon dioksida) dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan pembakaran hutan. Jika melebihi ambang batas yang diterima, gas ini dapat mengganggu sistem pernapasan. Selain itu, konsentrasi tinggi CO₂ di atmosfer berkontribusi pada penguatan efek rumah kaca, yang menyebabkan pemanasan global di Bumi.
- c) Gas CFC (klorofluorokarbon) berperan dalam merusak lapisan ozon (O₃).
- d) Gas SO₂ dan NO₂ yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil, tali batu bara, dan minyak bumi. Reaksi gas ini dengan uap air dapat mengakibatkan hujan asam, yang dapat merusak hewan dan tanaman, korosi logam, serta kerusakan bangunan.



Gambar 2.10 Proses Terjadinya Hujan Asam

(Sumber: Huda, 2017)

- e) Asap rokok mengandung zat-zat beracun yang dapat menyebabkan batuk kronis, kanker paru-paru, dan dapat memengaruhi perkembangan janin dalam kandungan.
 - f) Radiasi dari bahan radioaktif, seperti yang terlibat dalam aktivitas nuklir, dapat menyebabkan pencemaran nuklir yang pada tingkat tertentu dapat menginduksi mutasi genetik, berbagai penyakit terkait kelainan genetik, dan bahkan kematian.
 - g) Partikel adalah padatan yang terdapat di udara, seperti kabut (*fog*), asap (*smoke*), debu (*dust*), dan smog (campuran antara *smoke* dan *fog*).
- 3) Pencemaran Tanah



Gambar 2.11 Pencemaran Tanah

(Sumber: Amalia, 2024)

Pencemaran tanah terjadi ketika bahan kimia atau limbah tertentu menembus ke dalam tanah. Beberapa sumber pencemaran tanah meliputi:

- a) Limbah industri melibatkan zat-zat beracun dari proses industri yang bisa meresap ke dalam tanah.
- b) Limbah rumah tangga termasuk kaleng, kaca, plastik, dan deterjen yang sulit diurai secara alami (non-biodegradable).
- c) Limbah pertanian meliputi zat kimia yang terdapat dalam pestisida yang digunakan dalam kegiatan pertanian.

Selain dari limbah, tanah juga bisa terkontaminasi karena terkena letusan gunung berapi dan bencana alam seperti banjir. Ketika banjir terjadi, unsur hara dalam tanah dapat terbawa air dan hilang, menyebabkan pencemaran tanah. Ketika gunung berapi meletus, permukaannya dapat rusak akibat tanah longsor, gempa bumi, dan material lain yang menyebabkan permukaannya menjadi kurang padat. Namun, ketika kondisi kembali normal, area yang terkena dampak akan sembuh dan menerima pertumbuhan kembali.

Pencemaran tanah mempengaruhi keseimbangan fisiologis tanah saling mengganggu kehidupan mikroorganisme di dalamnya, mengubah sifat kimia dan fisika tanah yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

4) Pencemaran Suara

Pencemaran suara ialah degradasi lingkungan yang diakibatkan oleh suara atau bunyi yang merusak kualitas makhluk hidup daerah sekitarnya. Misalnya, suara dengan intensitas sekitar 80 dB dapat dianggap sebagai kebisingan. Pencemaran suara sering terjadi di kawasan industri atau di tempat dengan mobilitas dan aktivitas manusia tinggi seperti jalan raya, bandara, terminal, pasar, dan area konstruksi.

Paparan suara intensitas tinggi secara berkelanjutan dalam jangka waktu lama dapat mengganggu pendengaran, meningkatkan aktivitas jantung, menyebabkan stres, dan bahkan dapat menyebabkan kerusakan pendengaran permanen. Pencemaran suara biasanya dapat dibagi menjadi empat jenis berikut.

- a) Kebisingan impulsif, mengacu pada perilaku yang muncul secara tiba-tiba dan sering terjadi, seperti tembakan senjata, ledakan mercon, dan ledakan petir.
 - b) Kebisingan impulsif kontinu, adalah jenis kebisingan impulsif yang berlangsung secara terus-menerus namun hanya dalam interval tertentu, seperti suara palu yang terus dipukul secara berulang.
 - c) Kebisingan semikontinu, adalah kebisingan kontinu yang muncul secara periodik, dengan rentang waktu di antara kemunculannya. Contohnya adalah suara kendaraan yang melintas di jalan raya dan suara pesawat yang terbang di udara.
 - d) Kebisingan kontinu, adalah suara yang berlangsung terus-menerus dalam jangka waktu yang lama, seperti suara mesin di pabrik. Kebisingan kontinu dengan intensitas tinggi sering kali dapat menyebabkan kerusakan pada pendengaran.
- b. Pencemaran Menurut Bahan Pencemar (Polutan)
- 1) Pencemaran kimiawi, terjadi ketika lingkungan terkontaminasi oleh zat-zat kimia, baik yang bersifat organik maupun anorganik. Contohnya meliputi logam berat seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), nikel (Ni), serta pestisida, minyak, dan deterjen.
 - 2) Pencemaran fisik, diakibatkan dengan adanya bahan polutan seperti kaleng, botol, plastik, dan karet di lingkungan sekitar.
 - 3) Pencemaran biologis, diakibatkan oleh bakteri, yang mencakup banyak mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit, seperti *Salmonella typhosa*, *Escherichia coli*, dan *Entamoeba coli*.

c. Pencemaran Menurut Tingkat Pencemaran

- 1) Pencemaran ringan, terjadi jika mengakibatkan iritasi ringan pada pancaindra dan tubuh serta mengganggu ekosistem. Sebagai contoh, gas yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dapat membuat mata terasa pedih.
- 2) Pencemaran kronis, terjadi jika mengakibatkan penyakit kronis. Contohnya adalah kasus pencemaran merkuri di Minamata, Jepang, yang menyebabkan kanker dan cacat lahir.
- 3) Pencemaran akut, terjadi ketika polutan dalam kadar tinggi langsung menyebabkan kematian. Contohnya adalah pencemaran nuklir.

B. Pelestarian Lingkungan dan Solusi Mengatasi Pemanasan Global

1. Pelestarian Lingkungan

Untuk menjaga kelestarian lingkungan, manusia perlu mengelola alam dan sumber daya alam dengan bijaksana. Namun, perkembangan zaman telah mengakibatkan kerusakan lingkungan karena cara manusia mengelola lingkungan tersebut. Oleh karena itu, upaya pelestarian lingkungan sangat penting untuk menghindari dampak yang lebih buruk.

Meskipun manusia tidak dapat sepenuhnya menghindari gangguan terhadap keseimbangan lingkungan, mereka dapat mengurangi kerusakan yang terjadi. Hal ini penting agar lingkungan tempat tinggal kita tetap nyaman untuk dihuni dan dapat diwariskan kepada generasi mendatang. Untuk mencapai hal ini, kesadaran akan lingkungan sangat penting. Manusia yang sadar akan lingkungan adalah mereka yang memiliki pemahaman dan menerapkan prinsip-prinsip ekologi serta nilai-nilai etika lingkungan dalam setiap tindakan sehari-hari mereka.

Etika lingkungan merujuk pada prinsip-prinsip moral yang mengatur bagaimana manusia berinteraksi dengan lingkungannya. Etika ini penting untuk memastikan bahwa setiap aktivitas yang melibatkan

lingkungan dipertimbangkan dengan seksama, sehingga keseimbangan lingkungan tetap terjaga.

Berikut adalah beberapa prinsip yang harus dipertimbangkan dalam menerapkan etika lingkungan.

- a. Manusia merupakan bagian integral dari lingkungan dan perlu menghargai semua bentuk kehidupan serta lingkungannya.
- b. Lingkungan adalah rumah bagi semua makhluk hidup dan harus dijaga agar tetap lestari, seimbang, dan indah.
- c. Sumber daya alam adalah terbatas dan perlu dijaga serta dimanfaatkan dengan bijaksana.
- d. Berupaya untuk meningkatkan kualitas hidup yang sejalan dengan kondisi alam.
- e. Aktivitas manusia memiliki konsekuensi terhadap lingkungan, oleh karena itu hubungan antara manusia dan lingkungan harus selalu menguntungkan.

Menurut Pasal 1 Ayat 6 Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pelestarian lingkungan adalah serangkaian upaya untuk menjaga kelangsungan daya dukung dan kapasitas lingkungan hidup.

Pelestarian umumnya mencakup pengelolaan penggunaan sumber daya alam oleh manusia untuk kepentingan saat ini, serta pemanfaatan yang berkelanjutan secara sosial dan ekonomi. Pembangunan berkelanjutan saat ini diperlukan untuk melindungi bumi dari dampak industrialisasi. Saat ini, pelestarian lingkungan telah menjadi isu krusial yang harus ditangani untuk mengatasi perubahan iklim dan pemanasan global.

2. Solusi Mengatasi Pemanasan Global

Pemanasan global adalah kondisi di mana suhu rata-rata permukaan bumi meningkat. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) merupakan kelompok peneliti yang memantau perkembangan terbaru mengenai perubahan iklim, khususnya pemanasan global. IPCC menyimpulkan bahwa kenaikan suhu global

disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas-gas rumah kaca. Efek rumah kaca mengacu pada kemampuan gas-gas ini untuk menyerap dan mempertahankan panas di atmosfer, mirip dengan fungsi rumah kaca yang menahan panas di dalamnya. Gas-gas ini, yang sebagian besar bersumber dari kegiatan manusia misalnya pembakaran bahan bakar fosil oleh kendaraan dan industri, menjadi penyebab utama pemanasan global.

Peningkatan pemanasan global telah mendorong para ilmuwan untuk membuat perkiraan mengenai dampaknya, seperti instabilitas cuaca, penurunan populasi satwa liar, penurunan produktivitas pertanian, kenaikan permukaan air laut, dan dampak buruk pada kesehatan manusia. Mengingat besarnya dampak ini, penting bagi manusia untuk mempertimbangkan berbagai solusi untuk mengatasi pemanasan global. Berikut ini adalah beberapa solusi yang dapat dilakukan:

- a. Penggunaan energi terbarukan sebagai sumber energi yang tidak membahayakan lingkungan dengan mengurangi dampak pada bahan bakar fosil dan mentransfernya ke sumber energi baru yang lebih menyebar, adalah salah satu solusi yang dapat diterapkan.
 - 1) Menggunakan teknologi kendaraan hibrida yang menggabungkan bahan bakar listrik dan konvensional.
 - 2) Penelitian nanomaterial untuk menghasilkan energi surya dalam skala besar dengan biaya minimal yang dapat diterima oleh masyarakat umum dan industri sebagai sumber energi listrik.
- b. Gaya hidup berkelanjutan melibatkan mengadopsi kebiasaan yang mendukung penggunaan energi yang lebih efisien untuk mengurangi peningkatan emisi gas rumah kaca. Sebagai contoh, mengganti penggunaan kendaraan bermotor dengan bersepeda atau berjalan kaki untuk perjalanan pendek membantu mengurangi emisi karbon dioksida (CO_2) ke udara. Selain itu, menanam dan merawat pepohonan merupakan tindakan penting karena pohon berperan sebagai penyerap karbon dioksida dan penyedia oksigen utama bagi

atmosfer bumi. Selain itu, memilih produk elektronik yang tidak menggunakan CFC juga penting, karena CFC jika dilepaskan ke atmosfer dapat berubah menjadi karbon dioksida, meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca. Selain itu, CFC juga berkontribusi pada penipisan lapisan ozon bumi, yang memungkinkan sinar ultraviolet matahari menembus secara langsung dan meningkatkan suhu bumi.

C. Limbah dan Daur Ulang Limbah

Banyak kegiatan manusia sehari-hari menghasilkan limbah yang signifikan. Limbah ini pada dasarnya terdiri dari molekul air yang telah mencapai akhir masa pakainya, yang dikenal sebagai entropi atau energi yang terbuang. Namun, limbah ini masih memiliki potensi untuk menghasilkan keuntungan kepada manusia di kehidupan sehari-hari.

1. Jenis-Jenis Limbah

Limbah tidak hanya berasal dari industri besar misalnya tekstil dan pembuatan kayu lapis, namun juga dari aktivitas sehari-hari seperti makan, minum, dan mencuci. Kegiatan-kegiatan ini menghasilkan berbagai macam limbah.

Jenis-jenis limbah dapat dikelompokkan sebagai berikut.

- a. Berdasarkan jenis senyawanya, limbah dapat dibedakan menjadi tiga kategori berikut.
 - 1) Limbah organik adalah jenis limbah yang secara alami dapat terdekomposisi, seperti sisa-sisa hewan dan tumbuhan.
 - 2) Limbah anorganik adalah jenis limbah yang berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan sulit diurai secara alami oleh mikroorganisme, seperti minyak bumi, plastik, kaleng, dan botol.
 - 3) Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) adalah jenis limbah yang dapat mencemari lingkungan, membahayakan kesehatan manusia, dan mengancam kelangsungan hidup makhluk hidup lainnya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Limbah B3 dibedakan berdasarkan karakteristiknya, seperti mudah meledak, pengoksidasi, beracun, sangat beracun, amat sangat

beracun, sangat mudah terbakar, mudah terbakar, berbahaya, korosif, iritatif, berbahaya bagi lingkungan, karsinogenik, teratogenik, dan mutagenik. Contoh limbah B3 dari aktivitas sehari-hari termasuk oli bekas, baterai, obat nyamuk, pemutih, dan aki mobil.

- b. Berdasarkan bentuknya, limbah dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis sebagai berikut.
 - 1) Limbah padat, meliputi sisa-sisa organik, limbah domestik, dan residu padat dari kegiatan industri.
 - 2) Limbah cair, umumnya terdiri dari bahan-bahan yang larut dalam air, seperti urine, limbah cair dari industri, dan rumah sakit.
 - 3) Limbah gas, dapat berupa asap dari kendaraan bermotor, debu, emisi dari industri, dan hasil letusan gunung berapi.

2. Daur Ulang Limbah

Banyak limbah dapat didaur ulang atau dimanfaatkan kembali. Daur ulang limbah merupakan proses mengubah limbah menjadi produk yang dapat digunakan kembali. Berikut adalah langkah-langkah yang terlibat dalam proses daur ulang.

- a. Memisahkan bahan atau material yang dapat didaur ulang dari sampah yang akan dibuang ke tempat pembuangan sampah.
- b. Menyimpan bahan atau material kering yang sudah dipisahkan dalam kotak atau wadah tertutup sesuai dengan jenisnya, seperti kotak untuk kertas bekas atau botol bekas. Jika ingin membuat kompos, tumpuk sampah rumah tangga di tempat pembuatan kompos.
- c. Mengirim atau menjual bahan atau barang yang sudah terkumpul ke pabrik yang membutuhkan bahan bekas sebagai bahan baku, atau menjualnya kepada pemulung.

Daur ulang untuk limbah organik dan anorganik berbeda, antara lain:

a. Daur Ulang Limbah Organik

Tanpa melalui proses daur ulang, limbah organik dapat langsung dimanfaatkan dengan cara seperti menggunakan sisa-sisa sayuran dan daun dari sampah rumah tangga sebagai makanan ternak, mengolah ampas tahu menjadi pakan ternak, atau menggunakan serbuk gergaji sebagai media untuk pertumbuhan jamur. Limbah organik juga bisa dimanfaatkan melalui proses daur ulang, seperti untuk membuat kertas daur ulang, kompos, dan biogas.

1) Pembuatan Kertas Daur Ulang

Kertas daur ulang dapat diproduksi dari limbah kertas seperti kertas rumah tangga, kertas kantor, kertas kado, dan media cetak. Kertas ini cocok untuk digunakan dalam berbagai kerajinan tangan dan sebagai kertas pembungkus kado yang ramah lingkungan.

2) Pembuatan Kompos

Kompos adalah pupuk organik yang dihasilkan dengan menggunakan mikroorganisme untuk mendekomposisi sampah organik. Dalam pertanian organik, kompos memiliki keunggulan dibandingkan pupuk sintetis karena unsur haranya lebih tahan lama dalam tanah, biaya produksinya lebih rendah, dan tidak menimbulkan polusi atau risiko bagi makhluk hidup lainnya.

Proses pengomposan dapat dilakukan dengan berbagai metode, termasuk anaerobik (tanpa udara) dan aerobik (dengan udara), serta melibatkan penggunaan cacing. Bahan baku untuk kompos bervariasi, mulai dari sisa tanaman, kotoran hewan, sampah organik, hingga kotoran manusia. Mikroorganisme seperti *effective microorganism* (EM) berperan dalam mempercepat proses fermentasi pengomposan.

3) Pembuatan Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh bakteri dari limbah organik seperti kotoran hewan dan sampah lainnya. Limbah ini mengandung energi yang dapat dimanfaatkan. Melalui fermentasi anaerobik, bakteri seperti *Methanobacterium* mengubah bahan organik menjadi gas metana. Gas metana ini dapat digunakan untuk memasak menggunakan kompor gas dan sebagai sumber energi untuk penerangan.

b. Daur Ulang Limbah Anorganik

Daur ulang adalah salah satu metode pemulihan sampah anorganik. Kaca, logam, dan plastik adalah beberapa contoh sampah anorganik yang dapat didaur ulang. Cara berikut dapat mendaur ulang limbah anorganik:

- 1) Diubah menjadi bentuk lain yang memiliki nilai estetika dan praktis, seperti mengubah kaleng bekas menjadi kerajinan tangan seperti mobil miniatur atau lampu hias.
- 2) Diproses kembali menjadi bentuk aslinya yang dapat digunakan kembali, seperti mengolah plastik bekas menjadi berbagai peralatan rumah tangga seperti ember, piring, gelas, dan cangkir.

Pengelolaan limbah anorganik biasanya melibatkan proses seperti *landfill sanitasi*, *incinerasi* (pembakaran), dan penghancuran (*pulverisasi*).

- 1) *Sanitary landfill*, merupakan cara pengelolaan limbah yang terkontrol dengan baik melalui sistem sanitasi yang teratur.
- 2) *Incineration* (pembakaran), adalah proses memperlakukan limbah padat anorganik dengan cara membakarnya dalam reaktor sampah untuk mengurangi volume limbah. Namun, kelemahan dari metode ini adalah menghasilkan residu berupa asap yang dapat mencemari udara.
- 3) *Pulverisation* (penghancuran), bertujuan untuk mengubah limbah menjadi partikel-partikel yang lebih kecil sehingga lebih mudah untuk dimanfaatkan.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik atau industri harus dikelola dengan baik agar tidak mencemari lingkungan sekitarnya. Proses pengelolaan limbah pabrik atau industri bertujuan untuk menghilangkan partikel yang mengambang dan tersuspensi dari air limbah, mendegradasi bahan organik yang bisa diuraikan secara biologis, mengurangi konsentrasi bakteri patogen, serta memperhatikan aspek estetika dan dampak lingkungan.

B. Penelitian Terdahulu

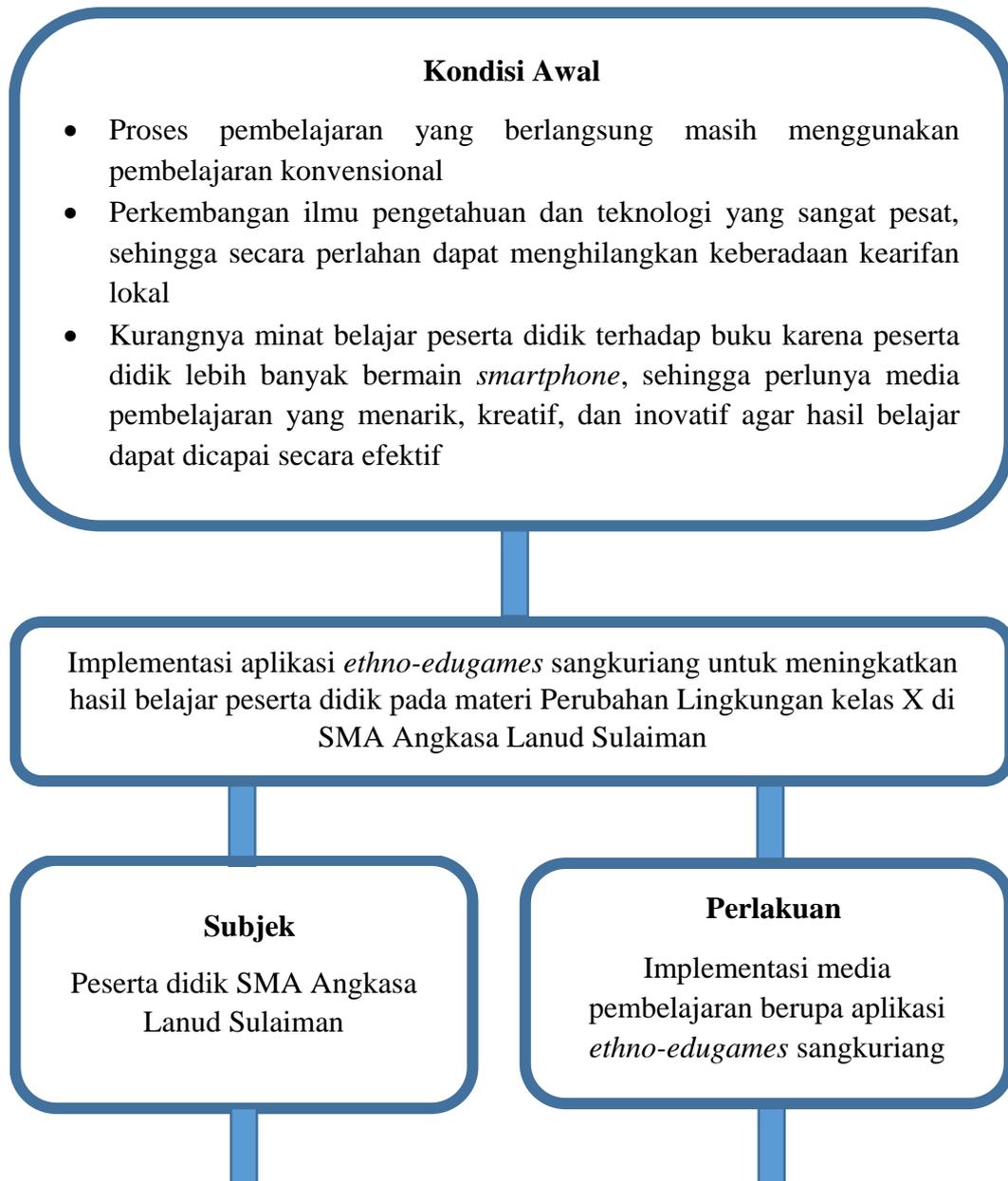
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

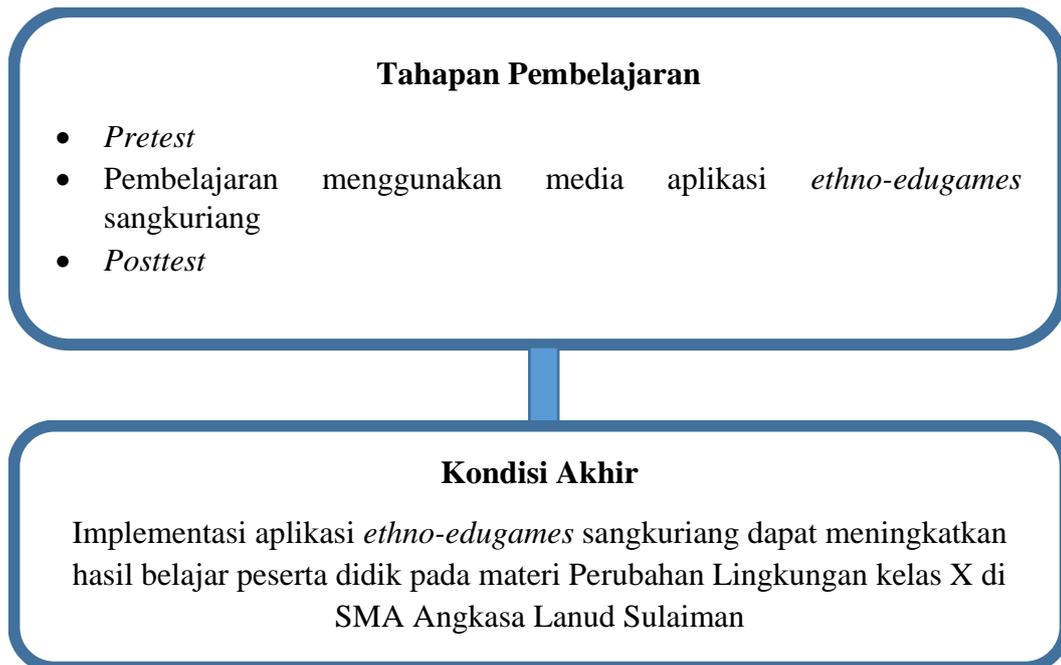
No.	Penulis	Judul	Tahun	Hasil
1.	Mia Nurkanti, Iwan Setia Kurniawan, Devi Ayu Mayangsari, Handi Suganda	Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Menggunakan <i>Teams Games Tournament</i> (TGT) dan Permainan Hompimpa pada Materi Sel	2020	Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa di kelas eksperimen memiliki nilai rata-rata <i>pre-test</i> sebesar 43,43 dan <i>post-test</i> sebesar 85,49, sedangkan siswa di kelas kontrol memiliki nilai rata-rata <i>pre-test</i> sebesar 51,07 dan <i>post-test</i> sebesar 57,47. Sementara itu, aspek afektif mengukur minat siswa terhadap pengetahuan tentang konsep biologi sel, dengan rata-rata siswa menunjukkan respon positif.
2.	Gina Asmaul Husna, Iwan Setia Kurniawan, Riandi	Efektifitas Aplikasi <i>Ethno-edugames</i> untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X pada Materi Ekosistem di MA Darul Maarif	2022	Hasil analisis Uji <i>Wilcoxon</i> menunjukkan nilai <i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i> sebesar $0,000 < 0,05$, sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar siswa yang menggunakan aplikasi <i>ethno-edugames</i> . Berdasarkan perhitungan N-

No.	Penulis	Judul	Tahun	Hasil
				<p>gain, kelas kontrol mencapai 100%, yang termasuk dalam kategori rendah, sedangkan kelas eksperimen memiliki perhitungan N-gain sebesar 5,2%. Dari hasil ini, 5,2% termasuk dalam kategori tinggi, 68% dalam kategori sedang, dan 26% dalam kategori rendah. Hasil dari angket yang mengukur respon siswa terhadap aplikasi <i>ethno-edugames</i> dan respon mereka terhadap hasil belajar menunjukkan respon yang positif.</p>
3.	Meilani Fitri, Iwan Setia Kurniawan, Fitri Aryanti	Aplikasi <i>Ethno-edugames</i> (Bebentengan) Sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP	2023	<p>Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pada setiap kelas yang terlibat dalam penelitian ini, namun kelas eksperimen mencatatkan peningkatan hasil belajar yang lebih tinggi dengan N-gain sebesar 0,30, sementara kelas kontrol mencapai N-gain sebesar 0,10. Selain itu, berdasarkan hasil kuesioner, respon siswa terhadap pembelajaran di kelas eksperimen menunjukkan presentase rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Kuesioner mengenai respon siswa terhadap penggunaan aplikasi <i>ethno-edugames</i> pada kelas eksperimen juga menunjukkan rata-rata nilai baik hingga sangat baik.</p>

C. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran penelitian ini dirancang berdasarkan beberapa faktor penting yang menjadi dasar bagi peneliti untuk melakukan penelitian dengan judul “*Ethno-edugames: Implementasi Aplikasi Sangkuriang untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X di SMA Angkasa Lanud Sulaiman*”.





Gambar 2.12 Kerangka Pemikiran
(Sumber: Peneliti, 2024)

D. Asumsi Dan Hipotesis

1. Asumsi

Media pembelajaran berbasis teknologi berupa aplikasi *ethno-edugames* yang menggunakan kearifan lokal yaitu cerita rakyat sangkuriang, dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Oleh karena itu, selama kegiatan belajar mengajar, peserta didik didorong untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran melalui aplikasi ini, yang dapat mengatasi permasalahan dalam bidang pendidikan, yaitu hasil belajar selama kegiatan pembelajaran.

2. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan asumsi, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. H_0 : Tidak terdapat peningkatan hasil belajar peserta didik dengan berbantuan aplikasi *ethno-edugames* sangkuriang
- b. H_a : Terdapat peningkatan hasil belajar peserta didik dengan berbantuan aplikasi *ethno-edugames* sangkuriang