

## **BAB 2**

### **TINJAUAN TEORITIS**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

##### **2.1.1 Keterampilan Riset**

Penelitian adalah kegiatan yang sistematis dan objektif yang bertujuan untuk menemukan kebenaran dan memecahkan atau menjawab suatu permasalahan dalam kehidupan peneliti, yang meningkatkan pemahaman tentang fenomena dan transmisinya kepada orang lain (Siswono, 2010). Keinginan untuk mengetahui sesuatu atau rasa ingin tahu tentang bagaimana sesuatu dan apa yang sesuatu itu lakukan atau akan lakukan merupakan motivasi khusus untuk melakukan kegiatan penelitian (Willison & O'Regan, 2007). Berdasarkan pernyataan diatas, setiap orang diharapkan memiliki kemampuan untuk melakukan penelitian yang bermanfaat bagi kehidupan dan lingkungan.

Keterampilan riset adalah kemampuan melakukan penelitian dengan menggunakan metode ilmiah untuk menemukan kebenaran atau menemukan cara untuk memecahkan suatu masalah (Prahmana *et al.* , 2016). Merujuk pada definisi kedua keterampilan riset dari Prahmana (2017), bahwa keterampilan ini adalah seperangkat keterampilan yang berkaitan dengan melakukan penelitian, termasuk strategi dan alat untuk mengumpulkan dan mengevaluasi informasi hasil observasi, perumusan pertanyaan penelitian, membangun hipotesis, melakukan percobaan, menganalisis data, dan menarik kesimpulan. Sejalan dengan itu Majelis Profesor Riset Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (2007) menyatakan bahwa keterampilan penelitian adalah keterampilan melakukan penyelidikan ilmiah yang bertujuan untuk menemukan kebenaran dengan menggunakan metode ilmiah berdasarkan argumentasi ilmiah yang teruji.

Keterampilan riset dalam proses pendidikan menjadi sarana untuk mengembangkan penelitian yang melibatkan peserta didik dalam penelitian bidang tertentu. Menurut Willison & O'Regan (2007), penelitian yang dilakukan peserta didik diawali dengan rasa ingin tahu dan sesuai dengan kebutuhan. Melalui pendidikan dan pembelajaran peserta didik mengembangkan keinginan penelitian dan membantu mengarahkannya dalam penyelidikan. Menurut Miller

(2014) pengembangan keterampilan riset sangat penting dalam pembelajaran peserta didik karena merupakan bagian dari proses kognitif pada Taksonomi Bloom Revisi yaitu menciptakan (*create*). Selain itu, menurut Willison & Buisman-Pijlman (2016) menyatakan bahwa keterampilan riset berperan penting dalam membekali peserta didik menghadapi situasi nyata seperti berpikir kritis dan pemecahan masalah.

Melalui keterampilan riset, peserta didik dapat menerapkan aspek-aspek yang berbeda sesuai dengan tahapan proyek penelitian dan membutuhkan guru dalam keterlibatan proyek yang dilakukan (Miller, 2014). Dengan kata lain keterampilan riset merupakan alat yang dirancang untuk membantu siswa berpikir kritis dan lebih memahami konsep materi yang dijelaskan oleh guru. Peserta didik membutuhkan keterampilan riset karena mencakup kegiatan berpikir kritis, penyelesaian masalah, bahkan ingatan jangka panjang. Menurut Salpeter, 2008 dalam Damayanti (2021), dikemukakan bahwa keterampilan peserta didik dalam meneliti dapat diperoleh dari kegiatan ilmiah berupa proses penemuan pada dunia nyata. Selain itu, *research skill* juga menjadi salah satu *students skill* yang dituntut pada kegiatan pembelajaran di abad ke-21.

Menurut Salpeter, 2008 dalam Damayanti (2021), pembelajaran di abad ke-21 menuntut peserta didik untuk dapat berpikir kritis, menerapkan pengetahuan pada situasi baru, menganalisis informasi, memahami ide atau gagasan baru, berkomunikasi dan berkolaborasi, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan. Tuntutan penelitian di abad ke-21 ini sejalan dengan yang dilakukan Willison & Buisman-Pijlman, (2016) melalui pengembangan kerangka *Research Skill Development* (RSD). Kerangka ini mendorong peserta didik untuk melakukan penelitian atas kemauan sendiri untuk mengomunikasikan dan mengaplikasikan hasil penelitiannya. Berikut adalah aspek-aspek proses penelitian dalam *Research Skill Development* (RSD) oleh Willison & Buisman-Pijlman, (2016):

- 1) Memulai penyelidikan dan klarifikasi pengetahuan yang dibutuhkan (*Observing*)

- 2) Menentukan pertanyaan penelitian untuk menemukan data yang akan dibutuhkan (*Questioning*)
- 3) Merencanakan metode penelitian untuk memperoleh data (*Planning*)
- 4) Menganalisis dan mensintesis pengetahuan yang baru didapatnya (*Analyzing*)
- 5) Mengomunikasikan pengetahuan dan proses yang digunakan untuk menghasilkannya dengan kesadaran akan masalah di lingkungannya (*Communication*)

Kerangka *Research Skill Development* (RSD) terdapat tujuh level yang menggambarkan kemandirian peneliti dalam merancang dan melaksanakan penelitiannya. Berikut tujuh level kemandirian peneliti menurut Willison & Buisman-Pijlman (2016):

- 1) Level 1 (*prescribed research/* penelitian yang ditetapkan). Peserta didik melakukan penelitian pada tingkatan inkuiri tertutup dan memerlukan bimbingan yang terstruktur dari guru, sehingga tingkatan ini merupakan tingkat otonomi terendah. Pada tingkatan ini, sangat penting bagi peserta didik dalam memulai pembelajaran pada pengembangan keterampilan riset.
- 2) Level 2 (*bounded research/* penelitian terbatas). Peserta didik meneliti ditentukan oleh guru secara implisit dan arahnya terbatas. Pada tingkatan ini, peserta didik diberi kebebasan dalam menentukan keputusannya sendiri secara terbatas.
- 3) Level 3 (*scaffolded research/* penelitian bertahap). Peserta didik meneliti dengan bekerja secara mandiri, baik secara individu maupun dalam kelompok. Pada tingkatan ini, lebih mudah melihat kualitas kerja yang dilakukan oleh peserta didik daripada tingkatan sebelumnya.
- 4) Level 4 (*student-initiated research/* penelitian yang diprakarsai oleh peserta didik). Peserta didik memulai penelitian dari arahan dan bimbingan oleh guru yang selanjutnya diprakarsai oleh peserta didik. Di tingkat ini, arahan dari guru sangat penting dalam mengarahkan peserta didik pada kesuksesan penelitian yang dilakukan.
- 5) Level 5 (*open research/* penelitian terbuka). Peserta didik menentukan penelitian pada tingkatan inkuiri terbuka secara mandiri berdasarkan konteks

dan bidang tertentu, tingkatan ini merupakan tingkat otonomi tertinggi. Pada tingkatan ini, peserta didik diberi kebebasan dan tanggung jawab atas penelitian mereka seperti membuat pertanyaan penelitian sendiri.

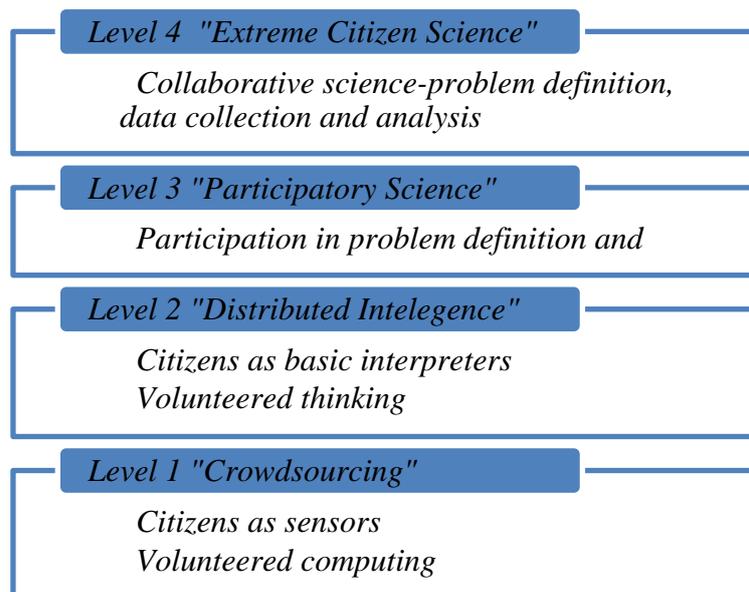
- 6) Level 6 (*adopted Research/* penelitian yang diadopsi). Penelitian dilakukan dengan mengutip, mengadopsi metodologi, dan diinformasikan oleh hasil penelitian.
- 7) Level 7 (*enlarging research/* penelitian yang dikembangkan). Penelitian yang dilakukan melalui rekonseptualisasi dari apa yang layak diteliti atau dalam pengembangan metodologi utama penelitian.

Level keterampilan riset terendah adalah level 1, dimana tugas-tugas peserta didik disusun secara keseluruhan oleh guru dan peserta didik tidak diberi kesempatan dalam merencanakan penelitiannya sendiri. Pada tingkat mahasiswa, sebagian besar biasanya berada pada rentang level 1-3 karena tugas ditentukan oleh dosen dan tidak memberikan syarat kepada mahasiswa untuk berkontribusi baru terhadap pengetahuan (Miller, 2014). Sedangkan pada tingkat SMA, secara umum berada pada tingkat rendah 1-2 karena berdasarkan hasil penelitian pada pembelajaran proyek Biologi, beberapa siswa merasa kesulitan dalam merumuskan variabel, merumuskan masalah, membuat hipotesis, dan merencanakan metode pengambilan data (Sari, 2018) Selain itu, penelitian pada level 2 ini didukung oleh pemberian *feedback* (umpan balik) dari guru terhadap rancangan dan hasil penelitian yang dilakukan oleh peserta didik. Guru memberikan informasi pada *feedback* yang diberikan berupa kelebihan dan kekurangan dalam hasil kerja yang telah dilakukan, kemudian peserta didik menggunakan informasi tersebut untuk perbaikan pekerjaan selanjutnya (Nicol & Macfarlane-dick, 2006; Rusmana, 2019).

### **2.1.2 Citizen Science Project**

*Citizen science project* adalah proses dimana setiap orang dapat berperan aktif dalam penemuan ilmiah dengan memanfaatkan rasa ingin tahu, kolektif, dan menggunakan teknologi umum (Collins *et al.*, 2015). Orang pertama yang memperkenalkan *citizen science project* adalah Wells Cooke seorang ahli Ornitologi pada tahun 1800. Cooke mengembangkan suatu program tentang

mengamati pola migrasi burung, program ini diikuti oleh penggemar burung amatir untuk mengumpulkan informasi tentang migrasi burung. Programnya berkembang menjadi Program Fenologi Burung di Amerika Utara yang dikelola oleh pemerintah. Jaringan sukarelawan ini mencatat informasi-informasi yang diduplikasinya tersebut di kartu. Kartu-kartu itu masih tersedia dan sekarang sedang dipindai ke dalam database publik. Basis data tersebut akan memberikan informasi historis penting tentang perubahan pola migrasi (Ullrich, 2012). Kegiatan ini tentunya bermanfaat bagi semua kalangan agar dapat berperan aktif dalam penemuan ilmiah, *citizen science project* ini bahkan mampu bekerja sama dengan peneliti profesional untuk mempelajari tentang ilmu-ilmu baru dengan lebih cepat dan luas. Kegiatan kolaboratif ini dapat memberikan pengalaman yang bermanfaat bagi setiap orang yang terlibat. *Levels of Citizen Science* menurut Haklay (2013) dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



**Gambar 2. 1 Levels of Citizen Science**

Sumber: Haklay (2013)

a. Level 1

Level ini disebut Crowdsourcing yang berarti kegiatan citizen science pada tingkatan ini dalam prosesnya membutuhkan banyak orang yang terlibat untuk memperoleh data. Menurut Haklay (2013) warga dalam kegiatan *Citizen Science* berperan sebagai pendeteksi lingkungan sekitarnya, kemudian segala hal

yang diperoleh diinformasikan agar bisa diketahui oleh penyelenggara eksperimen yang membutuhkan data terkait. Maka pada level ini, warga secara sukarela menyumbang waktu dan tenaganya untuk membantu peneliti profesional tanpa ada harapan bahwa setiap peserta akan berkontribusi secara langsung pada proyek tersebut.

b. Level 2

Pada level ini disebut *distributed intelligence* yaitu kemampuan kognitif *citizen science* sumber daya yang sedang digunakan. *Citizen science* banyak melaksanakan *citizen science project* sederhana pada tingkat ini. Partisipan *citizen science* diminta untuk mengikuti beberapa pelatihan penelitian dasar, kemudian mengumpulkan data dan melaksanakan kegiatan interpretasi data sederhana (Haklay, 2013)

c. Level 3

Pada level ini disebut *Participatory Science* atau komunitas sains merupakan tingkat partisipasi yang menetapkan masalah penelitian oleh peserta dan berkonsultasi dengan para ilmuwan dan pakar untuk merancang metode pengumpulan data. Para partisipan pada tingkat ini tidak terlibat dalam kegiatan menganalisis data secara rinci dan menafsirkan hasil bersama para ahli. Akan tetapi, partisipan pada beberapa kasus juga berkesempatan mengajukan pertanyaan penelitian yang dapat dijawab oleh data yang sudah mereka temukan (Haklay, 2013)

d. Level 4

Pada level ini disebut *extreme citizen science* merupakan tingkat akhir dari *citizen science* dimana kegiatan sepenuhnya terintegrasi, karena ilmuwan profesional dan nonprofesional terlibat dalam memutuskan masalah ilmiah mana yang akan diteliti. Menurut Haklay (2013) kegiatan pengumpulan datanya bersifat valid dan menjawab kebutuhan ilmiah serta dicocokkan dengan motivasi dan minat partisipan. Dalam tingkat ini, partisipan dapat memilih keterlibatan dan berpotensi terlibat dalam analisis dan publikasi atau pemanfaatan hasil. Sehingga tingkat 4 ini dikatakan sebagai *extreme citizen science* dimana ilmuwan bertindak sebagai fasilitator disamping mereka berperan sebagai ahli.

Berdasarkan level *citizen science* diatas, dapat diketahui bahwa ruang lingkup dalam penelitian ini seringkali dibatasi oleh waktu, anggaran, dan kemampuan manusia itu sendiri. Dengan melakukan *citizen science*, penelitian dapat dilakukan lebih cepat, informasi dapat dibagikan dengan mudah, dan pengetahuan yang kita dapat pun berkembang secara terus-menerus karena akan adanya interaksi. Bagi peserta didik, pengalaman dari melakukan *citizen science* ini dapat membuat mereka merasakan belajar yang menyenangkan dan menawarkan integrasi yang jelas dari pemahaman sains dengan aplikasinya di dunia nyata. *Citizen science* mendorong literasi ilmiah dengan melibatkan peserta didik dalam penelitian sains yang bermakna dan membahas masalah dunia nyata yang mengarah pada kemajuan ilmiah. Melalui partisipasi langsung dalam penyelidikan dan eksplorasi sains, peserta didik mengembangkan pola pikir kritis tentang hakikat penemuan ilmiah. Menurut Collins *et al.* (2015) ada beberapa nilai *Citizen science* di kelas, diantaranya:

- Siapapun, dimanapun bisa menjadi ilmuwan

*Citizen science* mendemokratisasi proses penelitian ilmiah dengan melibatkan dampak keterlibatan masyarakat. Menggunakan alat sederhana dan teknologi sehari-hari, pemula dengan sedikit keahlian yang tinggal dimana saja. Dengan pengalaman *citizen science* membuat sains lebih mudah untuk diakses, memperluas pandangan sains di luar laboratorium, dan memberdayakan peserta didik untuk mengidentifikasi suatu penemuan ilmiah. Melalui teknologi, dampak partisipasi bergerak melampaui satu kelas atau sekolah ke komunitas sipil dan ilmiah yang lebih besar.

- Sains melayani masyarakat. Masyarakat membutuhkan masyarakat yang melek sains

Sains adalah kerangka kerja dan metode untuk eksplorasi dan pemahaman tentang bagaimana dunia bekerja. Kami mengandalkan pengetahuan ilmiah untuk membantu mengidentifikasi dan memecahkan masalah sosial. Misalnya, pemahaman tentang dekomposisi dan siklus energi dapat menginformasikan keputusan tentang pengelolaan limbah, dan mempertimbangkan interaksi kimia dapat mengarah pada kebijakan yang melindungi pasokan air bersih kita. Melalui

*citizen science*, peserta didik memperkuat literasi sains mereka dan menggunakan keterampilan mereka untuk menilai dan mengatasi masalah nyata.

- Rasa ingin tahu dan kesenangan mendorong penelitian ilmiah

Semua yang kita ketahui tentang sifat alam semesta adalah hasil dari keingintahuan manusia. Sepanjang sejarah, orang-orang telah mengajukan pertanyaan dan melakukan penyelidikan. Peserta didik yang berpartisipasi dalam *citizen science* menyadari bahwa penemuan ilmiah baru dapat dibuat oleh siapa saja dan bahwa tindak lanjut yang sistematis dapat memberikan hasil yang memuaskan. Bagi banyak orang, proses eksplorasi dan penemuan itu sangat menarik dan menyenangkan. Apakah mereka memilih untuk menjadikan sains sebagai karier mereka atau terlibat di dalamnya sebagai hobi, sains warga memberi setiap orang kesempatan untuk belajar tentang dunia sambil berkontribusi untuk kebaikan yang lebih besar.

Seiring berjalannya waktu, *citizen science project* juga mulai diterapkan di dalam pembelajaran dengan jenjang pendidikan yang berbeda. Akan tetapi dalam pelaksanaannya terdapat hambatan yang disebabkan oleh beberapa hal, yaitu penelitian terhadap penerapan *citizen science project* yang diintegrasikan ke dalam kurikulum pembelajaran sains masih terbatas (Schneiderhan-Opel & Bogner, 2020). Guru memiliki peran penting di dalam pengembangan program *citizen science project* yang diintegrasikan ke dalam pembelajaran (Roche, *et al.*, 2020). Philips, *et al.*(2018) berpendapat bahwa, adanya keterbatasan ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu ranah *citizen science project* masih terbilang baru. Akibatnya guru yang akan menggunakan *citizen science project* mungkin belum jelas terhadap pembelajaran apa yang akan digunakan. Ditambah juga diperlukan waktu yang cukup lama, sumber daya, dan para ahli di bidang itu untuk mengumpulkan data dan membuat konsep yang jelas tentang pembelajaran dengan *citizen science project* agar dapat digunakan bagi orang lain, terutama guru di sekolah. Sehingga *citizen science project* di dalam pembelajaran hingga saat ini masih mengalami keterbatasan bukti dari hasil penelitian yang relevan. Hal tersebut yang menjadi kendala dalam mengembangkan keterampilan dan pengetahuan ilmiah siswa untuk dikembangkan ke lingkup yang lebih luas,

misalnya dengan berpartisipasi dengan komunitas yang ada di lingkungannya (Gray *et al.*,2012). Agar pengembangan program atau pembelajaran dengan tujuan mengembangkan keterampilan siswa melalui *citizen science project*, diharapkan setidaknya guru mengetahui langkah-langkah pembelajaran pada strategi pembelajaran yang diterapkan pada pembelajaran *citizen science project*.

Strategi yang digunakan dalam *Citizen science project* ini berdasarkan dari model *inquiry learning*, *project based learning*, *problem solving learning*, dan *research-oriented learning* (Budiansyah dan Suryadi (2008) dalam Rahayu & Setiyadi, 2018). Menurut Damayanti (2021) *citizen science project* dapat diterapkan dalam pembelajaran *Project Based Learning*. Dimana dalam pembelajaran ini peserta didik diarahkan untuk memecahkan suatu permasalahan melalui *citizen science project* dengan mengkaji jenis-jenis tumbuhan langka melalui sosial media agar mampu mengedukasi masyarakat dan pengguna sosial media yang meluas. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa *citizen science project* ini dapat diterapkan melalui model Pembelajaran *Project Based Learning*.

Menurut Rahayu & Setiyadi (2018), pembelajaran dengan *citizen science project* memiliki kelebihan dan kelemahan sebagai berikut:

#### **Kelebihan**

- 1) Memungkinkan peserta didik terhubung dengan peristiwa dan masalah dunia nyata.
- 2) Memungkinkan peserta didik mengintegrasikan berbagai konsep dan ide-ide terkait.
- 3) Mendorong peserta didik dapat menggunakan pengetahuan dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu, mendorong peserta didik belajar untuk bekerja sama dengan rekan-rekan dalam suatu kelompok.
- 4) Memungkinkan peserta didik mengevaluasi kemajuan mereka sendiri melalui penilaian diri.

#### **Kelemahan**

- 1) Waktu yang digunakan pada pelaksanaan *citizen science project* memerlukan waktu ideal 2-6 minggu

- 2) Membutuhkan biaya
- 3) Membutuhkan kesiapan guru/dosen

### **2.1.3 Pengetahuan Prosedural**

Pengetahuan prosedural merupakan pengetahuan tentang bagaimana mengerjakan sesuatu, baik yang bersifat rutin maupun yang baru. Pengetahuan prosedural seringkali memuat langkah-langkah atau tahapan yang harus diikuti untuk melakukan suatu hal tertentu (Widodo, 2006). Penerapan pengetahuan prosedural didasarkan pada rasa ingin tahu sesuai dengan minat untuk memecahkan masalah dalam bidang studi tertentu (Susilo, 2015). Merujuk pada apa yang dikemukakan Utami (2011), ada penekanan pada pengetahuan prosedural (*knowing how*) dalam pembelajaran eksperimen yang memungkinkan peserta didik dalam menerapkan konsep pada hasil yang tepat.

Kemampuan menyusun atau melakukan suatu solusi (kemampuan prosedural) adalah suatu kesanggupan untuk menyusun uraian pemikiran dalam bentuk langkah-langkah sistematis dan tepat untuk menyelesaikan permasalahan. Kemampuan ini diperlukan dalam penyelesaian masalah yang terdiri atas beberapa tahapan jawaban atau berupa uraian langkah-langkah. (Bintang, H. *et al*, 2020).

Taksonomi Pendidikan Bloom Revisi memaparkan bahwa terdapat tiga indikator dalam pengetahuan prosedural (Anderson & Krathwohl, 2010), yaitu sebagai berikut:

1. Pengetahuan tentang keterampilan khusus yang berhubungan dengan suatu bidang tertentu

Menurut Widodo (2006) Pengetahuan prosedural ini merupakan pengetahuan tentang keterampilan khusus yang diperlukan untuk bekerja dalam suatu bidang ilmu yang harus ditempuh untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Pengetahuan prosedural dapat diungkapkan sebagai suatu rangkaian langkah-langkah, yang secara kolektif dikenal sebagai prosedur. Kadangkala langkah-langkah tersebut diikuti dengan perintah yang pasti, tetapi di waktu yang lain keputusan-keputusan harus dibuat mengenai langkah mana yang dilakukan selanjutnya (suwarto, 2010)

2. Pengetahuan tentang teknik dan metode yang berhubungan dengan suatu bidang tertentu

Menurut Suwanto (2010) Pengetahuan prosedural ini merupakan pengetahuan yang perlu diketahui merupakan hasil dari konsensus, kesepakatan, atau ketentuan dalam disiplin ilmu, bukan hasil pengamatan, eksperimen, atau penemuan langsung. Bagian jenis pengetahuan ini secara umum menggambarkan bagaimana para ahli dalam bidang atau disiplin ilmu tersebut berfikir dan menyelesaikan masalah-masalah daripada hasil-hasil dari pemikiran atau pemecahan masalah tersebut.

3. Pengetahuan tentang kriteria untuk menentukan kapan suatu prosedur tepat untuk digunakan

Menurut Widodo (2006) pengetahuan prosedural ini mencakup pengetahuan tentang kapan suatu teknik, strategi, atau metode harus digunakan. Peserta didik dituntut bukan hanya tahu sejumlah teknik atau metode tetapi juga mempertimbangkan teknik atau metode tertentu yang sebaiknya digunakan dengan mempertimbangkan situasi dan kondisi yang dihadapi saat itu.

#### **2.1.4 Materi Perubahan Lingkungan**

Kompetensi Dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kompetensi Dasar 3.11 dan 4.11. berdasarkan Kompetensi Dasar 3.11 dan 4.11 di atas yaitu "*Menganalisis data perubahan lingkungan dan memecahkan masalah lingkungan*". Kalimat pada Kompetensi Dasar (KD) tersebut berkaitan dengan keterampilan riset yang harus dimiliki peserta didik untuk memenuhi KD di atas. Dalam memenuhi Kompetensi Inti (KI) pula didukung dengan pencapaian KD yang spesifik menjadi acuan dalam menjalankan proses pembelajaran pada materi perubahan lingkungan untuk meningkatkan keterampilan riset dan pengetahuan prosedural peserta didik.

##### **2.1.4.1 Definisi Perubahan lingkungan**

Menurut UU No. 23 Tahun 1997, lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia beserta makhluk hidup lainnya. Karenanya keseimbangan lingkungan

secara alami dapat berlangsung apabila komponen yang terlibat dalam interaksi dapat berperan sesuai kondisi keseimbangan serta berlangsungnya aliran energi dan siklus biogeokimia. Menurut Huda (2020), keseimbangan lingkungan dapat terganggu jika terjadi perubahan berupa pengurangan fungsi dari komponen atau hilangnya sebagian komponen yang dapat menyebabkan putusnya rantai makanan dalam ekosistem di lingkungan itu. Perubahan lingkungan akibat pencemaran lingkungan saat ini sudah menjadi isu lokal, nasional, dan global. Perubahan lingkungan yang menyebabkan kerusakan lingkungan bisa terjadi karena faktor alam maupun faktor manusia.

### **1) Perubahan lingkungan karena faktor manusia**

Manusia memiliki berbagai jenis kebutuhan, baik kebutuhan pokok atau kebutuhan lainnya. Dalam memenuhi kebutuhan tersebut manusia memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Semakin banyak jumlah manusia, semakin banyak pula sumber daya alam yang digali. Dalam proses pengambilan, pengolahan, dan pemanfaatan sumber daya alam terdapat zat sisa yang tidak digunakan oleh manusia. Sisa-sisa tersebut dibuang karena dianggap tidak ada manfaatnya lagi. Proses pembuangan yang tidak sesuai dengan mestinya akan mencemari perairan, udara, dan daratan. Sehingga lama-kelamaan lingkungan menjadi rusak. Kerusakan lingkungan yang diakibatkan pencemaran terjadi dimana-mana berdampak pada menurunnya kemampuan kungan menimbulkan dampak buruk bagi manusia seperti penyakit dan bencana alam. Beberapa kegiatan manusia yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan yaitu:

- a) Penebangan hutan
- b) Penambangan liar
- c) Pembangunan perumahan
- d) Penerapan intensifikasi pertanian

### **2) Perubahan lingkungan karena faktor alam**

Sadar atau tidak lingkungan yang kita tempati sebenarnya selalu berubah. Pada awal pembentukannya bumi sangat panas sehingga tidak ada satupun bentuk kehidupan yang berada didalamnya. namun dalam jangka waktu yang sangat lama

dan berangsur-angsur lingkungan bumi berubah menjadi lingkungan yang memungkinkan adanya bentuk kehidupan. Perubahan lingkungan itu terjadi karena adanya faktor-faktor alam. Beberapa faktor alam yang dapat mempengaruhi berubahnya kondisi lingkungan antara lain bencana alam, seperti gunung meletus, tsunami, tanah longsor, banjir, dan kebakaran hutan.

Menurut UU. No 23 Tahun 1997 pasal 1 ayat 12, pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Hasibuan (2016) menyampaikan bahwa pembuangan sampah yang tidak diurus dengan baik akan mengakibatkan masalah besar, karena penumpukan sampah atau membuangnya sembarangan ke kawasan terbuka akan mengakibatkan pencemaran tanah yang juga akan berdampak ke saluran air tanah. Demikian juga pembakaran sampah akan mengakibatkan pencemaran udara, pembuangan sampah ke sungai akan mengakibatkan pencemaran air, tersumbatnya saluran air dan banjir.

Menurut Huda (2020), berdasarkan tempat terjadinya pencemaran dibedakan menjadi:

#### 1) Pencemaran Air

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat masuknya organisme atau zat tertentu yang menyebabkan menurunnya kualitas air tersebut. Cottam (1969) mengemukakan bahwa pencemaran air adalah bertambahnya suatu material atau bahan dan setiap tindakan manusia yang mempengaruhi kondisi perairan sehingga mengurangi atau merusak daya guna perairan. Danau, sungai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Penyebab pencemaran air diantaranya:

- a) Pembuangan limbah industri ke perairan (sungai, danau, laut).
- b) Pembuangan limbah rumah tangga (domestik) ke sungai, seperti air cucian, air kamar mandi.

- c) Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan.
- d) Terjadinya erosi yang membawa partikel-partikel tanah ke perairan.
- e) Penggunaan racun dan bahan peledak dalam menangkap ikan.
- f) Pembuangan limbah rumah sakit, limbah peternakan ke sungai.
- g) Tumpahan minyak karena kebocoran tanker atau ledakan sumur minyak lepas pantai.

## 2) Pencemaran udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan. Akibat aktifitas perubahan manusia, udara seringkali menurun kualitasnya. Perubahan kualitas ini dapat berupa perubahan sifat-sifat fisis maupun sifat-sifat kimiawi. Perubahan kimiawi, dapat berupa pengurangan maupun penambahan salah satu komponen kimia yang terkandung dalam udara, yang lazim dikenal sebagai pencemaran udara. Kualitas udara yang dipergunakan untuk kehidupan tergantung dari lingkungannya. Beberapa kegiatan yang dapat menimbulkan polusi udara diantaranya berikut ini:

- a) Asap dari cerobong pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran atau kebakaran hutan, asap rokok, yang membebaskan CO dan CO<sub>2</sub> ke udara.
- b) Asap vulkanik dari aktivitas gunung berapi dan asap letusan gunung berapi yang menyebarkan partikel-partikel debu di udara. Bahan dan partikel-partikel radioaktif dari bom atom atau percobaan nuklir yang membebaskan partikel-partikel debu radioaktif ke udara. Asap dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik atau pabrik yang membebaskan partikel, nitrogen oksida, dan oksida sulfur.
- c) Chloro Fluoro Carbon (CFC) yang berasal dari kebocoran mesin pendingin ruangan, kulkas, AC mobil.

## 3) Pencemaran tanah

Pencemaran darat atau tanah adalah semua keadaan dimana polutan masuk kedalam lingkungan tanah sehingga menurunkan kualitas tanah tersebut. Dimana Polutan bisa berupa zat-zat bahan pencemar baik berupa zat kimia, debu, panas,

suara, radiasi, dan mikroorganismenya. Sebelum adanya kemajuan teknologi dan industri manusia hanya membuang sampah dan limbah organik. Sampah atau limbah tersebut mudah diurai oleh mikroorganismenya sehingga menjadi bahan yang mudah menyatu kembali dengan alam. Namun, dewasa ini perkembangan teknologi dan industri sangat pesat berkembang. Dan sampah serta limbah yang dibuang bukan hanya sampah organik, melainkan sampah organik juga. Sampah organik sangat sulit untuk diurai oleh mikroorganismenya, sehingga memerlukan waktu yang lama untuk hancur dan menyatu kembali dengan alam. Contoh sederhana sampah anorganik yaitu plastik yang dapat terurai dalam waktu 240 tahun, sedangkan sampah kaleng yang terbuat dari aluminium memerlukan waktu 500 tahun untuk dapat diuraikan. Penyebab pencemaran tanah dibagi menjadi 3 golongan yaitu, limbah domestik, limbah industri dan limbah pertanian.

- a) Limbah domestik. Limbah jenis ini berasal dari pemukiman penduduk; perdagangan/pasar/tempat usaha hotel dan lain-lain. Kebanyakan limbah domestik merupakan sampah basah atau organik yang mudah diurai.
- b) Limbah industri, yaitu limbah padat hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, plywood, pengawetan buah, ikan daging dll.
- c) Limbah pertanian, seperti pestisida atau DDT (Dikloro Difetil Trikloroetana) yang sering digunakan oleh petani untuk memberantas hama tanaman juga dapat berakibat buruk terhadap tanaman dan organisme lainnya.

#### 4) Pencemaran Suara

Murdani (2016) menyampaikan bahwa pencemaran suara adalah keadaan masuknya suara yang terlalu banyak sehingga mengganggu kenyamanan lingkungan manusia. Dibagi menjadi empat macam yaitu: kebisingan impulsif, kebisingan impulsif kontinyu, kebisingan semi kontinyu, dan kebisingan kontinyu.

#### **2.1.4.2 Penanganan Limbah**

Penanganan limbah merujuk pada serangkaian kegiatan dan proses untuk mengelola limbah dengan cara yang aman, efektif, dan berkelanjutan. Tujuan utama dari penanganan limbah adalah untuk mengurangi dampak negatif limbah

terhadap lingkungan dan kesehatan manusia serta memanfaatkan limbah secara optimal jika memungkinkan. Penanganan limbah dapat dibagi menjadi beberapa jenis tergantung pada tujuan dan proses yang dilakukan untuk mengelola limbah tersebut. Berikut merupakan jenis penanganan limbah:

- 1) Pengurangan (*Reduce*), mendorong untuk mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan dari sumbernya dengan mengadopsi praktik-praktik produksi yang lebih efisien, mengurangi penggunaan bahan berbahaya, atau memperpanjang umur pakai produk. Contohnya, pengurangan konsumsi kertas di kantor/sekolah dengan menggunakan teknologi digital untuk dokumen-dokumen.
- 2) Menggunakan Ulang (*Reuse*), menggunakan kembali barang atau produk dalam bentuk yang sama atau berbeda tanpa memprosesnya lebih lanjut. Contohnya, menggunakan kembali botol plastik untuk penyimpanan air minum daripada membeli botol air baru setiap kali, menggunakan kemasan bekas produk untuk menyimpan makanan atau benda lainnya.
- 3) Mendaur Ulang (*Recycle*), mengubah limbah menjadi bahan atau produk baru yang dapat digunakan kembali. Contoh, mendaur ulang kertas bekas menjadi kertas baru dan mendaur ulang botol plastik menjadi produk plastik daur ulang seperti pot bunga.
- 4) Menolak (*Refuse*), menghindari penggunaan produk atau barang yang tidak ramah lingkungan atau sulit didaur ulang. Ini mendorong untuk memilih produk yang lebih berkelanjutan atau mengurangi penggunaan bahan yang sulit didaur ulang. Contoh, menolak penggunaan kantong plastik sekali pakai dengan membawa tas belanja sendiri.
- 5) Berpikir Ulang (*Rethink*), mendorong untuk mempertimbangkan kembali desain produk, proses produksi, atau pola konsumsi yang lebih ramah lingkungan. Hal ini dapat meliputi pemikiran ulang terhadap kebutuhan konsumsi atau penggunaan bahan baku yang lebih berkelanjutan. Contoh, merancang produk dengan menggunakan bahan yang lebih ramah lingkungan dan mudah didaur ulang, mengurangi jumlah kemasan sekunder atau material pembungkus yang digunakan untuk mengemas produk.

- 6) Memperbaiki (*Repair*), mendorong untuk memperbaiki barang atau produk yang rusak daripada menggantinya dengan yang baru. Memperbaiki produk dapat memperpanjang umur pakai dan mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan. Contoh, memperbaiki perabotan rumah tangga seperti kursi atau meja daripada membeli yang baru, serta mengganti bagian yang rusak pada barang-barang elektronik atau peralatan rumah tangga daripada membeli yang baru.
- 7) Kompos (*Rot*), mengolah bahan organik yang dapat terurai secara alami menjadi kompos. Hal ini dapat membantu mengurangi jumlah limbah organik yang masuk ke tempat pembuangan akhir dan memperkaya tanah. Contoh, mengompos sisa-sisa makanan seperti sayuran atau kulit buah untuk menghasilkan pupuk organik, serta menggunakan sistem pengomposan dirumah atau komunitas untuk mengurangi jumlah limbah organik yang masuk ke tempat pembuangan akhir.

## 2.2 Hasil Penelitian Relevan

Berikut ini penulis sajikan beberapa penelitian relevan mengenai penelitian yang akan penulis lakukan, penelitian yang relevan yaitu dengan menggunakan *citizen science project* pernah dilakukan oleh Damayanti (2021). Adapun hasil pada saat pelaksanaan *citizen science project* diketahui bahwa *research skill* saat merancang menunjukkan peningkatan yang cukup baik. adapun data hasil monitoring keterlaksanaan proyek menunjukkan bahwa secara umum peserta didik sudah mampu melaksanakan *citizen science project* hingga selesai.

Adapun hasil penelitian lain Rusmana (2019) keterampilan riset dan pengetahuan prosedural peserta didik pada pembelajaran Biologi mengalami peningkatan hampir pada semua indikator setelah mengikuti pembelajaran dengan pendekatan *science writing heuristic* dengan hasil *N-gain* termasuk dalam kategori sedang. Secara umum pengetahuan prosedural peserta didik setelah mengikuti pembelajaran dengan pendekatan *science writing heuristic* mengalami peningkatan walaupun dengan hasil *N-gain* termasuk dalam kategori rendah.

Penelitian relevan lainnya yang pernah dilakukan oleh Lestari (2017) pembelajaran Biologi di sekolah akan lebih efektif apabila kegiatan pembelajaran

mengarah pada *student centered learning* yang dapat dilakukan melalui proses penemuan yang mengembangkan keterampilan proses dan pengetahuan prosedural.

### 2.3 Kerangka Berpikir

Sistem pendidikan di abad ke 21 ini guru memiliki tantangan besar dalam menyiapkan peserta didik yang mampu bersaing dalam kemajuan globalisasi. Seiring dengan perkembangan teknologi, globalisasi dan perubahan dinamika sosial, pendidikan harus beradaptasi dengan perubahan tersebut untuk mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi dunia yang terus berkembang. Peserta didik membutuhkan keterampilan yang melibatkan tingkat pengetahuan lebih tinggi dan keterampilan dalam melakukan penelitian. Maka dari itu guru dituntut untuk bisa membimbing dan mewadahi peserta didik untuk melakukan penelitian sesuai dengan kemampuannya.

Sayangnya pembelajaran yang mengarah pada pengembangan keterampilan riset dan pengetahuan prosedural di dalam materi perubahan lingkungan masih kurang dikembangkan di sekolah. Umumnya pembelajaran pada materi perubahan lingkungan berpusat pada guru dengan penyampaian materinya. Akibatnya siswa kurang memaknai materi perubahan lingkungan di dalam kehidupannya. Seharusnya pembelajaran yang dilakukan adalah pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Selain itu pembelajaran juga perlu menerapkan prinsip *learning by doing* supaya pengetahuan yang didapatkan tidak berpaku pada teori saja, melainkan dapat menerapkan pengetahuan tersebut di dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk meningkatkan keterampilan riset dan pengetahuan prosedural, maka peserta didik perlu diperkenalkan dengan *citizen science project*. Dengan melakukan *citizen science project*, guru dapat memberikan pengalaman belajar yang berfokus pada praktik, penemuan dan pemecahan masalah serta menawarkan kesan pengalaman belajar yang melibatkan publik dalam penelitiannya dan dapat mendukung pembelajaran sains publik. Dengan perkembangan teknologi pula peserta didik dapat membuat suatu informasi mengenai permasalahan ilmiah yang berdampak bagi lingkungan sekitar. Dengan demikian *citizen science project*

secara tidak langsung dapat mengasah keterampilan riset dan pemahaman pengetahuan prosedural peserta didik.

Berdasarkan uraian di atas, maka diduga adanya pengaruh *citizen science project* dalam meningkatkan keterampilan riset dan pengetahuan prosedural peserta didik pada pembelajaran Biologi di kelas X SMA Negeri 4 Tasikmalaya.

#### **2.4 Hipotesis Penelitian**

Menurut Sugiyono (2018) hipotesis merupakan suatu jawaban sementara berdasarkan rumusan masalah penelitian yang telah ditentukan sebelumnya. Berdasarkan hal tersebut, maka hipotesis penelitian ini adalah:

$H_a$  : Terdapat pengaruh *citizen science project* dalam meningkatkan keterampilan riset dan pengetahuan prosedural peserta didik pada pembelajaran Biologi di kelas X SMA Negeri 4 Tasikmalaya.