

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pembelajaran IPA

Pembelajaran IPA sudah selayaknya dibelajarkan sesuai dengan hakikatnya. Chiappetta & Koballa (2010: 105) mendefinisikan IPA sebagai *a way of thinking, a way of investigating, a body of knowledge*, dan interaksinya dengan teknologi dan masyarakat. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat diketahui bahwa IPA mencakup tiga komponen, yaitu produk, proses, sikap, dan serta pemanfaatannya.

IPA merupakan produk pengetahuan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hewitt, Lyons, Suchocki, Yeh. (2007: 1) bahwa *science is an organized body of knowledge about nature. It is the product of observations, common sense, rational thinking, and (sometimes) brilliant insights*. IPA adalah ilmu pengetahuan tentang alam yang merupakan produk observasi, indra, pemikiran, wawasan, ataupun penemuan-penemuan.

Namun lebih dari itu, sains bukan hanya merupakan *a body of knowledge*. Hewitt, Lyons, Suchocki, Yeh. (2007: 1) menyatakan bahwa *it is also a method, a way of exploring nature and discovering the order within it. While some people have a natural aptitude for scientific work, doing science is a skill that must be learned. Importantly, science is also a tool for solving physical problems*. Titik tekannya adalah sains merupakan alat untuk

mengeksplorasi, menemukan, serta menyelesaikan persoalan fisik dengan sikap ilmiah.

Sependapat dengan pernyataan Hewitt, Lyons, Suchocki, Yeh. di atas, Trefil & Hazen (2010: 1) menyatakan bahwa *science is a way of asking and answering questions about the physical universe*. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa dengan sains, seseorang dapat menanya dan menjawab pertanyaan tentang fisik alam semesta.

Sains memfasilitasi jalan pikiran yang baru. Trefil & Hazen (2010: 2) menyatakan bahwa *science not only incorporates basic ideas and theories about how our universe behaves, but it also provides a framework for learning more and tackling new questions and concerns that come our way*. Titik tekannya adalah sains tidak hanya meliputi ide-ide dan teori dasar tentang alam semesta bekerja, tetapi sains juga memfasilitasi pengajianan yang lebih dalam serta pertanyaan-pertanyaan baru serta konsentrasi-konsentrasi baru yang muncul.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa pembelajaran sains dilaksanakan sedemikian rupa sehingga tercipta kondisi dimana aspek pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta didik terasah serta dapat berinteraksi dengan lingkungannya untuk mencapai suatu produk tertentu. Selain itu, alangkah baiknya pembelajaran sains juga memfasilitasi munculnya ide, gagasan, pertanyaan, serta jawaban baru tentang permasalahan alam semesta.

2. SETS

a. Perkembangan SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*)

Berikut adalah perkembangan SETS yang dirangkum dari Poedjiadi (2010). Amerika bermaksud untuk mencetak ilmuwan yang ahli dalam sains dan teknologi sehingga diterbitkan buku pelajaran yang memuat konsep sains yang mendalam untuk pra-universitas. Oleh karena penuh dengan konsep yang terlalu mendalam dan tidak mengangkat permasalahan masyarakat, para guru kesulitan dalam memahami dan membelajarkan isi buku tersebut. Dengan berbagai pertimbangan, akhirnya diusulkan bahwa kurikulum harus berorientasi pada masalah, fleksibel, dan relevan dengan kebutuhan masyarakat; evaluasi hendaknya dikaitkan dengan masalah lingkungan; dan guru hendaknya melakukan inovasi pendidikan agar terjadi pembaharuan dengan mengangkat isu atau masalah di masyarakat ke dalam kelas.

Setelah penelitian dilakukan terjadi perubahan pembelajaran yang cukup signifikan. Tahun 1980, pembelajaran sains mulai dikaitkan dengan kebutuhan peserta didik sebagai anggota masyarakat. Tahun 1986, STS dijadikan sebagai mata pelajaran di SMA dan mata kuliah bagi mahasiswa calon guru sains. STS terutama dikembangkan oleh Robert Yager di University of Iowa, Amerika.

SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*) dalam Bahasa Indonesia diartikan sebagai pendekatan Sains, Lingkungan,

Teknologi, dan Masyarakat (salingtemas). Suyono dan Hariyanto (2015: 73) menyatakan bahwa pada mulanya, SETS tidak menyantumkan unsur *E* atau *Environment*, yaitu hanya Pendekatan *Science Technology and Society* (STS atau STM). Namun karena eksploitasi sumber daya alam oleh implementasi sains dan teknologi menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, maka pendekatan pembelajaran ini kemudian menyisipkan kata lingkungan (*environment*) di antara Sains (*Science*) dan Teknologi (*Technology*). Poedjiadi memiliki pendapat yang sedikit berbeda dengan Suyono dan Hariyanto. Menurut Poedjiadi (2010: 115-116), penekanan STM adalah pada kaitan antara sains dan teknologi serta manfaatnya bagi masyarakat. Menurutnya, lingkungan tidak dicantumkan karena dampak teknologi dan sains terhadap lingkungan dirasakan masyarakat atau manusia maka digunakan istilah masyarakat saja.

Baik pendekatan STS maupun SETS sebenarnya sama. Kedua istilah tersebut secara langsung maupun tidak langsung mengikutsertakan aspek lingkungan (*environment*) dalam pelaksanaan pembelajarannya. Suyono dan Hariyanto (2015: 73) menyatakan bahwa STS, STM, SATEMAS, ITM, SET, SETS, SALINGTEMAS pada hakikatnya esensinya sama saja. Meski menggunakan istilah STM tanpa menyantumkan L/E (lingkungan/ *environment*), Poedjiadi (2010: 115) menyatakan bahwa istilah yang digunakan para pendidik atau praktisi pendidikan yakni *Science Teshnology Society* yang diterjemahkan dengan

Sains Teknologi Masyarakat (STM atau SATEMAS atau ITM), *Science Environment Technology* (SET) dan *Science Environment Technology Society* (SETS) yang disingkat dengan Salingtemas intinya sebenarnya sama. Hanya saja, Poedjiadi (2010: 115) berpendapat bahwa unsur L tidak perlu dicantumkan dalam STM karena meski lingkungan pasti terkait dalam istilah tersebut, tetapi yang merasakan dampak teknologi terhadap lingkungan adalah manusia atau masyarakat, oleh karenanya digunakan istilah masyarakat saja. Berdasarkan uraian di atas, penulis menyimpulkan bahwa penelitian ini dapat mengambil referensi dari istilah STS/STM atau SETS/STML dan menggunakan istilah SETS dalam penyebutan selanjutnya.

b. Pengertian Pembelajaran SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*)

Pendekatan dalam suatu pembelajaran dibutuhkan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Sanjaya (2009: 295) menyatakan bahwa pendekatan dalam pembelajaran merupakan titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran. Penggunaan pendekatan dalam pembelajaran diharapkan tujuan pembelajaran tercapai dengan tepat dan pembelajaran dapat meningkatkan partisipasi aktif serta memberikan manfaat bagi peserta didik. Salah satunya adalah SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*).

Terdapat beberapa pandangan mengenai pembelajaran SETS. Menurut Poedjiadi (2010: 125-126), pembelajaran SETS merupakan suatu

pola tertentu dari langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pembelajaran dan tidak boleh diabaikan. Tujuan pembelajarn SETS menurut Poedjiadi (2010: 123) adalah untuk membentuk individu yang memiliki literasi sains dan teknologi serta memiliki kepedulian terhadap masalah masyarakat dan lingkungannya.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa pembelajaran SETS merupakan kumpulan langkah pembelajaran yang urut dan tidak boleh ditinggalkan untuk memfasilitasi interaksi peserta didik, guru, media, dan bahan ajar dalam membentuk individu yang memiliki literasi sains dan teknologi serta memiliki kepedulian terhadap masalah masyarakat dan lingkungan. Artinya setelah pembelajaran SETS diterapkan, harapannya peserta didik mampu menyelesaikan masalah menggunakan konsep sains sesuai jenjang pendidikannya, mengenal produk dan dampak produk teknologi yang ada di sekitarnya, mampu menggunakan dan memelihara produk teknologi, kreatif menyederhanakan produk teknologi, serta mampu mengambil keputusan berdasarkan nilai-nilai.

Selain itu, terdapat pula definisi SETS menurut NSTA (*National Science Teacher Associations*). NSTA dalam Yager (1992: 8) mendefinisikan SETS sebagai *the teaching and learning of science in the context of human experience*. Artinya SETS merupakan pembelajaran yang memfasilitasi terjadinya pembelajaran sains dan teknologi melalui

pengalaman. Pengertian tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran SETS menekankan pada pentingnya pembelajaran untuk memahami isu teknologi dan isu sains yang ada dan berpengaruh pada masyarakat dan lingkungan melalui pengalaman.

Pembelajaran SETS berfokus pada permasalahan dan isu yang nyata di lingkungan peserta didik. Yager (1992: 9) menyatakan bahwa pembelajaran SETS *allows students to identify, analyze, and apply concepts and processes that can be used in real life situations*. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa pembelajaran SETS yang mengacu pada isu ataupun permasalahan nyata yang terdapat pada lingkungan, disamping dapat mengaktifkan peserta didik dalam pembelajaran juga dapat melatih peserta didik dalam mengidentifikasi, menganalisis, bahkan mengaplikasikan konsep dan keterampilan proses dalam pemecahan permasalahan di kehidupan sehari-hari.

Poedjiadi (2010: 106) menyatakan bahwa SETS melatih peserta didik yang merupakan anggota masyarakat untuk dapat menilai dampak positif maupun negatif produk tersebut, bagaimana pengaruhnya terhadap masyarakat dan lingkungan alam, sehingga ia dapat mengambil keputusan secara bijak apabila menghadapi masalah di lingkungannya.

Terdapat aspek-aspek penting dalam pembelajaran SETS. Rosario (2009: 271) menyatakan bahwa *important aspect of the approach is that activities can be derived from the local community to make the*

lessons more relevant. Salah satu aspek yang penting dalam SETS adalah pembelajaran berasal dari komunitas lokal sehingga pembelajaran lebih relevan dan bermakna bagi peserta didik. Retensi pemahaman peserta didik juga dapat bertahan lebih lama apabila dilakukan pembelajaran dengan pendekatan ini. Rosario (2009: 271) menambahkan bahwa elemen penting dalam pembelajaran SETS diantaranya adalah: *critical social reconstruction, decision making, action and sustainability*. Berdasarkan pernyataan di atas, diketahui bahwa terdapat empat elemen penting dalam pembelajaran SETS yaitu sebagai berikut.

- 1) *Critical reconstruction*, yaitu kesadaran dan pemahaman peserta didik pada sains dan teknologi, yang merupakan produk kecerdasan manusia, memiliki dampak positif dan negatif.
- 2) *Decision making*, yaitu peserta didik didorong untuk memperoleh pemahaman tentang suatu keputusan diambil.
- 3) *Action*, aspek ini berfungsi untuk memfasilitasi peserta didik untuk berpartisipasi secara efektif dan bertanggung jawab.
- 4) *Sustainability*, aspek ini menyangkut rasa hormat terhadap kehidupan di bumi. Aspek inilah yang melibatkan literasi di dalamnya. Literasi di sini merupakan studi sistematis dan pemanfaatan berbagai sumber untuk pemenuhan kepentingan manusia. Pemenuhan kebutuhan manusia membutuhkan lingkungan yang terjaga dan lestari. Oleh

karena itulah komponen lingkungan/*environment* dalam SETS menjadi komponen yang penting.

c. Karakteristik Pembelajaran SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*)

Pembelajaran SETS dikembangkan dari pembelajaran STS. Oleh karena itu, pembelajaran SETS memiliki karakteristik yang relatif sama dengan pembelajaran STS. Berikut adalah karakteristik pembelajaran SETS menurut Yager (2012: 3-4) yang diadopsi dari NSTA, (2007-08: 242).

- 1) *Student identification of problems with local interest and impact;*
- 2) *The use of local resources (human and material) to locate information that can be used in problem resolution;*
- 3) *The active involvement of students in seeking information that can be applied to solve real-life problems;*
- 4) *The extension of learning going beyond the class period – the classroom, the school;*
- 5) *A focus upon the impact of science and technology on individual students;*
- 6) *A view that science content is more than concepts which exist for students to master for tests;*
- 7) *An emphasis upon process skills which students can use in their own problem resolution;*
- 8) *An emphasis upon career awareness – especially careers related to science and technology;*
- 9) *Opportunities for students to experience citizenship roles as they attempt to resolve issues they have identified;*
- 10) *Identification of ways that science and technology are likely to impact the future;*
- 11) *Teachers and students have some autonomy in the learning process (as individual issues are identified and used to frame classroom discourse).* (Yager, 2012: 3-4)

Berdasarkan uraian tersebut dapat diketahui bahwa SETS memiliki karakteristik sebagai berikut.

- 1) Peserta didik mengidentifikasi permasalahan lingkungan dan dampaknya.
- 2) Penggunaan sumber daya lokal baik manusia maupun material alam dalam menggali informasi untuk memecahkan masalah.
- 3) Partisipasi aktif peserta didik dalam mengumpulkan informasi yang dapat diterapkan dalam penyelesaian masalah di kehidupan sehari-hari.
- 4) Tambahan waktu belajar baik di kelas, di luar kelas, maupun di sekolah.
- 5) Fokus kepada pengaruh sains dan teknologi dalam diri peserta didik.
- 6) Pandangan bahwa konten sains lebih dari perluasan dari konsep-konsep spesifik yang harus dikuasai peserta didik untuk menghadapi ujian.
- 7) Penekanan pada keterampilan proses sehingga peserta didik terlatih dalam menggunakan keterampilan proses untuk memecahkan permasalahan.
- 8) Penekanan pada kesadaran berkarir terutama karir yang berhubungan pada sains dan teknologi.
- 9) Keuntungan yang diperoleh peserta didik adalah didapatnya pengalaman menjadi warga negara yang memecahkan isu yang diidentifikasi.
- 10) Mengidentifikasi cara sains dan teknologi dapat berpengaruh di kemudian hari.

11) Beberapa otonomi dalam proses pembelajaran seperti isu individu diidentifikasi dan dipertimbangkan.

SETS dapat diaplikasikan ke dalam pembelajaran IPA pada kurikulum 2013. Berikut adalah karakteristik pembelajaran IPA dengan SETS dalam kurikulum 2013 menurut Khasanah.

- 1) Pembelajaran konsep IPA (sains) tetap diberikan.
- 2) Peserta didik dibawa ke situasi untuk melihat teknologi yang terkait.
- 3) Peserta didik diminta untuk menjelaskan keterhubungkaitannya antara unsur sains yang dibincangkan dengan unsur-unsur lain dalam SETS yang mempengaruhi berbagai keterkaitan antar unsur tersebut.
- 4) Peserta didik dibawa untuk mempertimbangkan manfaat atau kerugian menggunakan konsep sains IPA tersebut bila diubah dalam bentuk teknologi.
- 5) Peserta didik diajak mencari alternatif pengatasan terhadap kerugian (bila ada) yang ditimbulkan oleh penerapan sains ke bentuk teknologi tersebut terhadap lingkungan dan masyarakat.
- 6) Dalam konteks konstruktivisme, peserta didik diajak berbincang tentang SETS berkaitan dengan konsep sains yang dibelajarkan, dari berbagai macam arah dan berbagai macam titik awal tergantung pengetahuan dasar yang dimiliki peserta didik. (Khasanah, 2014: 276)

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa pembelajaran IPA dengan SETS merupakan penyampaian konsep-konsep IPA (sains) yang dikaitkan dengan komponen SETS lainnya seperti teknologi, masyarakat, dan lingkungan. Pembelajaran tersebut menekankan pada manfaat serta dampak negatif penerapan konsep IPA terutama dalam bentuk teknologi terhadap masyarakat dan lingkungan serta bagaimanakah alternatif pengatasan kerugian yang ditimbulkan. Selain itu, pembelajaran

SETS juga melatih peserta didik untuk menemukan konsep IPA secara mandiri dengan konstruktivisme melalui aktivitas pembelajaran yang dilakukan.

Pembelajaran IPA kurikulum 2013 dengan menggunakan SETS perlu memperhatikan beberapa hal, diantaranya telah diulas oleh Khasanah sebagai berikut.

- 1.) Topik yang dipilih hendaknya memunculkan sains yang telah dikenal dalam kurikulum dan dititikberatkan pada keterkaitan hubungan dengan teknologi, lingkungan maupun masyarakat.
- 2.) Hendaknya diberikan materi pengajaran yang dapat menyentuh rasa kepedulian tentang keberadaan sains, teknologi, dan masyarakat sebagai suatu kesatuan yang tidak terpisah.
- 3.) Pemilihan materi ajar hendaknya yang dapat membawa peserta didik sadar ilmu pengetahuan (sains), menerapkan teknologi dan berbagai dampaknya terhadap lingkungan baik positif maupun negatif sehingga timbul kepedulian dan rasa tanggung jawab siswa dalam memecahkan masalah lingkungan dan masyarakat.
- 4.) Bahan evaluasi hendaknya menerapkan sains, teknologi, masyarakat, dan lingkungan yang relevan bagi siswa. (Khasanah, 2014: 276)

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwa SETS dapat diterapkan dalam pembelajaran IPA dengan syarat pemilihan materi yang menekankan keterkaitan sains dan teknologi serta pengaruhnya terhadap masyarakat. Selain itu, hendaknya pembelajaran mengarahkan peserta didik untuk menumbuhkan kepedulian dan tanggung jawab terhadap pemecahan masalah lingkungan dan masyarakat.

d. Implementasi Pembelajaran SETS (*Science, Environment, Technology, and Society*)

Yager menjelaskan bahwa pembelajaran dengan SETS terdiri dari empat kategori, yaitu *invitation*, *exploration*, *proposing explanations and solutions*, dan *taking actions*. Penjelasan dari masing-masing kategori menurut Yager (1992: 21-22) diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Pembelajaran SETS dan Penjelasannya

Kategori	Deskripsi	Penekanan
<i>Invitation</i>	<i>Observe one's surroundings for points of curiosity. Ask questions. Consider possible responses to questions. Note unexpected phenomena. Identify situations where students perceptions vary.</i>	Mengobservasi keadaan lingkungan sekitar dan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi.
<i>Exploration</i>	<i>Engage in focused play. Brainstorm possible alternatives. Look for information. Experiment with materials. Observe specific phenomena. Design a model. Collect and organize data. Employ problem-solving strategies. Select appropriate resources. Discuss solutions with others. Design and conduct experiments. Evaluate choices. Engage in debate. Identify risks and consequences. Define parameters of an investigation. Analyze data.</i>	Mengeksperimen, mengumpulkan dan mengorganisasikan data, menggunakan sumber yang tepat, serta mendiskusikan solusi atas masalah dengan mempertimbangkan risiko dan konsekuensinya.
<i>Proposing explanations and solutions</i>	<i>Communicate information and ideas. Construct and explain a model. Construct a new explanation. Review and critique solutions. Utilize peer evaluation. Assemble multiple answers/solutions. Determine appropriate closure. Integrate a solution with existing knowledge and experiences</i>	Merumuskan solusi dan menguatkannya dengan pengetahuan dan pengalaman yang ada.
<i>Taking actions</i>	<i>Make decisions. Apply knowledge and skills. Transfer knowledge and skills. Share information and ideas. Ask new questions. Develop products and promote ideas. Use models and ideas to illicit discussion and acceptance by others. Approach decision makers in society urging them to act in specific ways.</i>	Membuat keputusan untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan dalam bentuk aksi nyata tertentu berdasarkan solusi yang telah diusulkan dan disepakati.

Sumber: Yager (1992: 21-22)

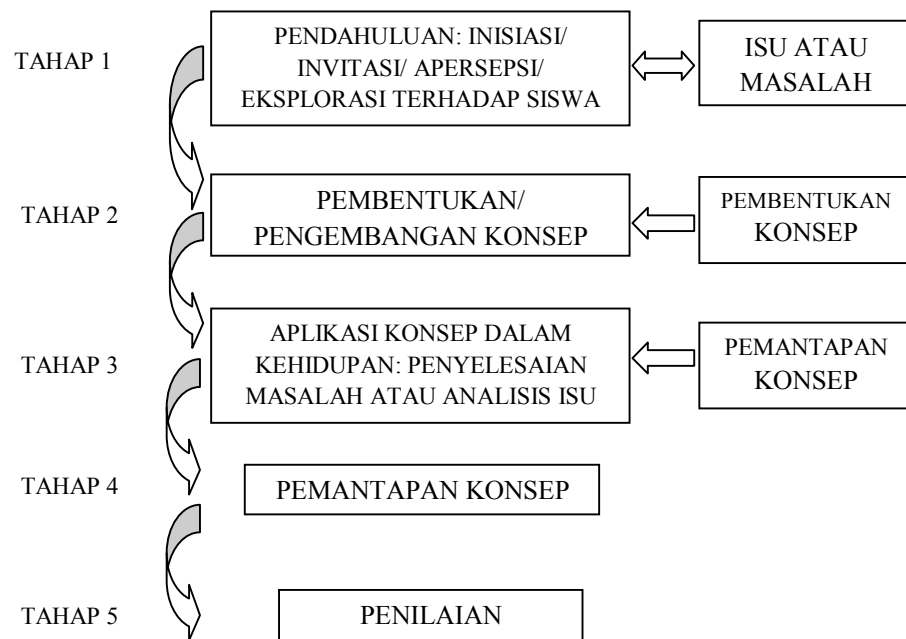
Asy'ari (2006:67) merumuskan langkah pembelajaran sains dengan SETS dalam tahap-tahap pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahap-Tahap Pembelajaran SETS

Tahap	Deskripsi	Contoh
Invitasi	Guru dapat menyajikan isu dengan dua alternatif. Pertama, isu disajikan berdasarkan masalah aktual yang sedang berkembang di masyarakat yang dapat diamati dan dipahami peserta didik serta dapat merangsang peserta didik untuk mengatasinya. Alternatif kedua adalah isu digali dari pendapat atau keinginan peserta didik yang ada kaitannya dengan konsep sains yang akan dipelajari.	Alternatif pertama, misalnya demam berdarah, bencana kekeringan, atau tanah longsor. Alternatif kedua, misalnya peserta didik sering atau senang makanan instan, berwarna mencolok, berpenyedap, atau berpemanis sintetis.
Eksplorasi	Peserta didik melalui aksi dan reaksinya sendiri berusaha memahami/mempelajari situasi baru atau merupakan masalah baginya.	Membaca buku, majalah, koran, mendengarkan berita di radio atau TV, diskusi dengan teman, wawancara, maupun melakukan observasi.
Solusi	Peserta didik menganalisis terjadinya fenomena dan mendiskusikan bagaimana cara pemecahan masalah berdasarkan hasil eksplorasi. Peserta didik mengenal dan membangun konsep baru yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat.	-
Aplikasi	Peserta didik menggunakan konsep yang diperoleh untuk mengadakan aksi nyata dalam mengatasi masalah yang dimunculkan pada tahap invitasi.	Misal masalah pada tahap invitasi adalah demam berdarah, maka tahap aplikasi adalah peserta didik berperan aktif sebagai petugas pemantau jentik nyamuk.

Sumber: Asy'ari (2006:67)

Tahapan pembelajaran dengan SETS juga dapat diadopsi dari paparan Poedjiadi (2010: 126) dalam Gambar 1.



Gambar 1. Langkah Pembelajaran SETS
Sumber: Poedjiadi (2010: 126)

Gambar 1 yang menggambarkan alur pembelajaran dengan SETS menurut Poedjiadi. Berikut adalah penjelasan pada masing-masing tahap.

Tahap pendahuluan dapat terdiri dari invitasi, inisiasi, apersepsi, atau eksplorasi, maupun kombinasi dari keempat jenis tersebut. Inisiasi atau invitasi dapat diartikan sebagai memulai, mengawali, atau mengundang peserta didik untuk memusatkan perhatian pada pembelajaran. Tahap inisiasi juga dapat disertai dengan apersepsi, yaitu pengaitan materi yang telah diketahui peserta didik dengan materi yang akan dipelajari. Poedjiadi (2010: 127) menyatakan bahwa apersepsi merupakan proses asosiasi ide baru dengan yang sudah dimiliki sebelumnya oleh seseorang. Tahap pendahuluan dapat dilengkapi dengan eksplorasi, yaitu kegiatan yang mendorong peserta didik untuk

mengumpulkan informasi dan kondisi nyata yang berkaitan dengan materi yang akan dibahas baik di dalam maupun di luar kelas. Pengajuan pertanyaan problematis yang mengandung permasalahan atau isu dari guru juga dapat dilakukan dalam tahap ini. Keberadaan isu atau masalah lingkungan dan masyarakat di awal pembelajaran menjadi salah satu karakter pembelajaran SETS.

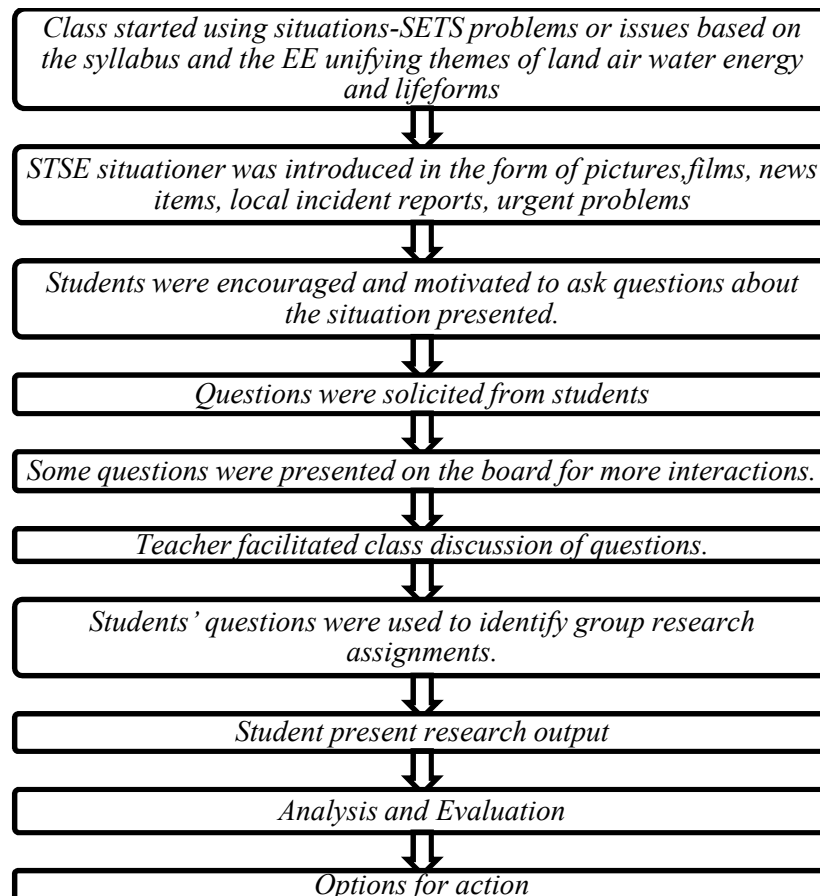
Tahap kedua (pembentukan konsep), peserta didik diberikan kesempatan untuk menyelidiki dan menemukan konsep dengan mengumpulkan, mengorganisasikan data, dan menginterpretasikan data dalam suatu kegiatan yang dirancang guru. Tidak menutup kemungkinan terjadi diskusi dalam kegiatan ini. Pemantapan konsep setelah peserta didik menemukan konsep sendiri perlu dilakukan dalam tahap ini.

Tahap ketiga (aplikasi konsep dalam kehidupan), peserta didik yang telah berbekal pemahaman konsep yang benar kemudian menganalisis isu sehingga menghasilkan solusi yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Tahap ini akan muncul kesadaran-kesadaran tertentu, salah satunya adalah kesadaran dalam pemeliharaan produk teknologi.

Tahap keempat (pemantapan konsep), tahap ini perlu ada karena masih mungkin terdapat miskonsepsi selama kegiatan belajar berlangsung sehingga perlu diluruskan oleh guru. Selain itu, perlu dilakukan penekanan pada konsep-konsep kunci yang penting.

Tahap kelima (penilaian), tahap ini dilakukan untuk mengetahui pencapaian pembelajaran.

Implementasi pembelajaran dengan SETS juga dipaparkan oleh Rosario (2009: 274) dalam Gambar 2.



Gambar 2. SETS APPROACH
Sumber: Rosario (2009: 274)

Gambar 2 yang menggambarkan alur implementasi SETS dalam pembelajaran IPA menurut pembelajaran dengan SETS menurut Rosario. Pembelajaran diawali dengan isu atau permasalahan mengenai SETS yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Pemberian isu atau masalah dapat dalam bentuk gambar, film, berita, laporan kejadian lokal, permasalahan yang

mendesak, dan lain-lain. Pemberian isu-masalah bertujuan untuk mendorong dan memotivasi peserta didik untuk bertanya mengenai situasi yang disajikan. Pertanyaan-pertanyaan dari peserta didik dikumpulkan dan sebagian ditampilkan untuk memancing interaksi. Guru bertindak sebagai fasilitator dalam diskusi kelas mengenai pertanyaan-pertanyaan peserta didik. Pertanyaan dari peserta didik digunakan untuk membuat tugas penyelidikan kelompok. Peserta didik mempresentasikan hasil penyelidikan kemudian peserta didik menganalisis hasil dan melakukan evaluasi. Terakhir, dilakukan tindakan berdasarkan pilihan.

Secara operasional, *National Science Teacher Association* (dalam Khasanah, 2014: 275-276) menyusun tahapan pembelajaran sains dengan SETS seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Tahap Pembelajaran SETS

Tahap	Deskripsi
Tahap invitasi	Guru memberikan isu/masalah aktual yang sedang berkembang di masyarakat sekitar yang dapat dipahami peserta didik dan dapat merangsang peserta didik untuk mengatasinya. Guru juga bisa menggali pendapat dari peserta didik yang ada kaitannya dengan materi yang akan dibahas.
Tahap eksplorasi	Peserta didik melalui aksi dan reaksinya sendiri berusaha memahami atau mempelajari masalah yang diberikan.
Tahap solusi	Peserta didik menganalisis dan mendiskusikan cara pemecahan masalah.
Tahap aplikasi	Peserta didik diberi kesempatan untuk menggunakan konsep yang telah diperoleh. Dalam hal ini peserta didik mengadakan aksi nyata dalam mengatasi masalah yang muncul dalam tahap invitasi.
Tahap pementasan konsep	Guru memberikan umpan balik/penguatan terhadap konsep yang diperoleh peserta didik. Dengan demikian SETS dapat membantu peserta didik dalam mengetahui sains, teknologi yang digunakannya serta perkembangan sains dan teknologi dapat berpengaruh terhadap lingkungan dan masyarakat.

Sumber: Khasanah (2014: 275-276)

SETS merupakan pembelajaran yang mengacu pada isu sains dan teknologi yang berpengaruh terhadap masyarakat dan lingkungan. Pembelajaran tersebut menekankan pada pemecahan permasalahan dan pengambilan keputusan secara bijak setelah mempertimbangkan dampak positif dan negatif penggunaan suatu produk teknologi terhadap lingkungan dan masyarakat. SETS memfasilitasi peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran sehingga dapat melatih peserta didik untuk mengaplikasikan konsep sains, memecahkan masalah, menumbuhkan keterampilan proses sains, dan menumbuhkan kepekaan peserta didik terhadap lingkungan. Langkah pembelajaran dengan SETS adalah sebagai berikut.

- 1) Inisiasi/ invitasi (*invitation/initiation*) merupakan tahap yang berisi pemaparan isu-isu masyarakat dan lingkungan yang aktual dan berkaitan dengan topik yang dibahas. Penyajian isu dapat dilakukan melalui observasi langsung maupun dengan bantuan media seperti gambar, film, berita, laporan kejadian, atau permasalahan yang mendesak. Isu ini berfungsi untuk memancing peserta didik agar mengajukan pertanyaan berdasarkan isu.
- 2) Eksplorasi (*exploration*) merupakan tahap yang berisi penyelidikan terhadap pertanyaan yang telah dipilih berdasarkan isu. Tahap eksplorasi berisi eksperimen, pengumpulan data, pengorganisasian data, pengintepretasian data, penggunaan sumber yang tepat, serta diskusi untuk mendapatkan solusi atas masalah dengan mempertimbangkan risiko dan konsekuensi berdasarkan data dan pengalaman.
- 3) Solusi merupakan tahap yang berisi pengusulan solusi atau cara pemecahan masalah berdasarkan hasil eksplorasi. Solusi yang diusulkan hendaknya berdasarkan pertimbangan dampak baik dan buruk, risiko, dan konsekuensi, serta sesuai dengan pengetahuan dan pengalaman yang ada.
- 4) Aplikasi (*taking action*), yaitu dengan cara melakukan aksi nyata (menerapkan konsep yang diperoleh) untuk merealisasikan solusi yang diusulkan dan disepakati guna memecahkan permasalahan.

5) Pemantapan konsep, pelurusan konsep apabila terjadi miskonsepsi, penekanan konsep-konsep yang penting. Tahap ini juga berfungsi agar peserta didik dapat memahami bahwa sains dan teknologi yang digunakan berpengaruh terhadap lingkungan dan masyarakat.

Tahap pembelajaran IPA berbasis SETS memfasilitasi peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran sehingga kemampuan pengaplikasian konsep sains, pemecahan masalah, keterampilan proses sains, kepekaan terhadap lingkungan, dan tanggung jawab terhadap solusi tumbuh. Materi yang dipilih untuk menerapkan SETS hendaknya merupakan materi yang menekankan keterkaitan sains dan teknologi serta pengaruhnya terhadap lingkungan dan masyarakat. Oleh karena itu, materi pencemaran lingkungan kelas VII SMP dinilai memenuhi persyaratan penerapan SETS dalam pembelajaran IPA. Dengan demikian, penerapan SETS dalam pembelajaran IPA materi pencemaran lingkungan dapat menumbuhkan *science process skill* dan sikap peduli lingkungan peserta didik.

3. Metode *Outdoor Learning*

a. Pengertian Metode *Outdoor Learning*

Terdapat beberapa pengertian mengenai *outdoor learning*. Ford (1986:3) menyatakan bahwa pembelajaran *outdoor* adalah *education in, about, and for, the out of doors. This definition tells where the learning takes place, the topic to be taught, and the purpose of the activity.*

Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat diketahui bahwa *outdoor learning* merupakan pembelajaran *di (in)*, *tentang (about)*, dan *untuk (for) outdoors*. *In* menunjuk pada lokasi yang dipilih, yaitu *out-of-doors* (di luar ruangan). *About* menunjuk pada *subject matter* (pokok bahasan), yaitu alam. *For* menunjuk pada tujuan aktivitas, yaitu untuk keuntungan di masa depan terkait dengan sumber daya alam yang terbatas.

Priest (1986: 13) menyatakan bahwa pembelajaran *outdoor* adalah *an experiential process of learning by doing, which takes place primarily through exposure to the out-of-doors and the emphasis for the subject learning is placed on RELATIONSHIPS, realationships concerning people and natural resources*. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat diketahui bahwa *outdoor learning* merupakan pembelajaran berdasarkan pengalaman riil/nyata yang mayoritas dilakukan di luar ruangan dengan menitikberatkan pada hubungan manusia dengan sumber daya alam. Titik tumpu pengertian *outdoor learning* menurut Priest adalah sebagai berikut.

1) *Outdoor education is a method of learning.*

Outdoor education merupakan suatu metode pembelajaran, yaitu suatu iklim belajar mengenai sesuatu yang lebih baik dilakukan di luar ruangan.

2) *Outdoor learning is experiential.*

Outdoor learning merupakan pembelajaran yang bertumpu pada pengalaman nyata. Pengalaman yang bermakna sangat penting dalam proses pembelajaran dan pendidikan.

3) *Outdoor learning is primarily in the outdoors.*

Outdoor learning mayoritas, bukan secara keseluruhan, dilakukan di luar ruangan. Beberapa aspek dapat dilakukan di dalam kelas (*indoor*), seperti pembelajaran mengenai konsep-konsep dasar sebelum peserta didik diajak ke luar ruangan (*outdoor*).

4) *Outdoor learning requires use of all senses and domains.*

Outdoor learning membutuhkan enam indera, yaitu indra penglihatan, pendengaran, perasa, sentuhan, pembau, dan intuisi, serta tiga domain pembelajaran, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotor.

5) *Outdoor learning is based upon interdisciplinary curriculum matter.*

Outdoor learning mengacu pada cabang-cabang ilmu pengetahuan yang tercantum dalam kurikulum. *Outdoor learning* merupakan metode yang digunakan untuk mencapai tujuan dari kurikulum.

6) *Outdoor learning is a matter of relationships involving people and natural resources.*

Outdoor learning merupakan pembelajaran yang memuat hubungan dari berbagai bidang kajian. Bukan hanya sumber daya alam saja, tetapi menyangkut hubungan manusia dengan masyarakat dan

lingkungan. Terdapat empat kategori dalam hubungan menurut Priest (1986: 14).

a) *Interpersonal* merupakan hubungan antarmanusia, yaitu menyangkut bagaimanakah seseorang bekerja sama, berkomunikasi, dan mempercayai orang lain.

b) *Intrapersonal*, merupakan hubungan manusia dengan dirinya sendiri, yaitu menyangkut bagaimanakah tingkat kemandiriannya, pemahamannya terhadap diri sendiri, dan persepsinya terhadap kemampuan serta keterbatasannya.

c) *Ecosystemic*, merupakan dinamika dan hubungan saling ketergantungan antarkomponen dalam ekosistem, meliputi transmisi energi, suksesi, dan ketergantungan antarorganisme.

d) *Existic*, merupakan interaksi antara manusia dengan lingkungannya, meliputi pengaruh manusia terhadap lingkungannya dan bagaimanakah kualitas lingkungan dapat mempengaruhi kualitas hidup masyarakat.

b. Pentingnya Metode *Outdoor Learning*

Pendidikan lebih dari sekedar memperkaya pengetahuan. Revels (2006: 5) menyatakan bahwa *improving young people's understanding, skills, values and personal development can significantly enhance learning and achievement*. Titik tekannya adalah kesuksesan pencapaian pendidikan dapat dilihat dari berhasilnya peserta didik untuk

mengembangkan pemahaman, keterampilan, nilai, dan perkembangan individunya.

Lingkungan *outdoor* merupakan lingkungan ideal untuk pembelajaran, sebab potensinya untuk menumbuhkan kreativitas, untuk bergerak, untuk membuat keributan, ataupun untuk mengambil berbagai risiko. Hal ini disebabkan oleh banyaknya stimulus yang ada pada lingkungan *outdoor*, seperti cuaca, suara, bau, tekstur, dll. Stimulus-stimulus ini dapat memperkaya dan memperluas lingkungan belajar peserta didik. Selain itu, peserta didik juga lebih antusias belajar di luar ruang kelas.

Metode *outdoor learning* merangsang peserta didik untuk mengonstruksi sendiri pengetahuannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Revels (2006: 5) bahwa *this enables young people to construct their own learning and live successfully in the world that surrounds them*. Peserta didik yang telah dilatih untuk mengonstruksi pengetahuannya sendiri diharapkan dapat berhasil dalam menghadapi jenjang kehidupan selanjutnya.

Selain dapat menstimulasi peserta didik untuk berlatih mengonstruksi pengetahuan sendiri, *outdoor learning* juga dapat menstimulasi perkembangan peserta didik di berbagai domain. Harte (2013: 18) menyatakan bahwa *the Importance of Outdoor Play and Learning Engagement in the natural environment provides authentic and*

concrete opportunities for children to enhance development in all domains. As children play and explore in nature they build gross motor development moving through the outdoors. Titik tekannya adalah bahwa peserta didik yang belajar dari lingkungan secara langsung berpeluang mendapatkan pengalaman asli dan konkret sehingga potensi pengembangan dirinya lebih baik. Aspek-aspek yang dapat dikembangkan melalui *outdoor learning* diantaranya adalah sosial, fisik, kreatif, budaya, dan personal.

Menangkap, menggunakan, dan memanfaatkan apa yang ada di luar ruangan adalah aspek penting dalam *outdoor learning*. Plenderleith, Baker, Owen, Ynyr (2009: 7) menyatakan bahwa *outdoors provides the 'other half' of the learning environment and allows children to be active learners*. Titik tekannya adalah lingkungan *outdoor* menyediakan sebagian dari belajar mengenai lingkungan. Pembelajaran yang dilakukan secara *outdoor* juga melatih peserta didik untuk menjadi pembelajar yang aktif.

Sejalan dengan pendapat-pendapat sebelumnya, Brown (2010: 5) menyatakan bahwa *learning outdoors can be enjoyable, creative, challenging and adventurous and helps children and young people learn by experience and grow as confident and responsible citizens who value and appreciate the spectacular landscapes, natural heritage and culture of Scotland*. Titik tekannya adalah bahwa pembelajaran *outdoor* dapat menjadi hal yang menyenangkan, menumbuhkan sisi kreatif peserta didik,

menantang, penuh petualangan, membantu peserta didik belajar berdasarkan pengalaman, membantu peserta didik menumbuhkan percaya diri dan tanggung jawab sebagai warga negara yang menjaga dan mengapresiasi warisan alam serta budaya di negaranya.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa *outdoor learning* merupakan pembelajaran yang dilakukan di luar kelas atau alam terbuka atau dapat pula diartikan sebagai penggunaan luar kelas sebagai situasi belajar. Pembelajaran *outdoor* memanfaatkan memfasilitasi banyak perkembangan peserta didik diantaranya adalah sebagai berikut. Kesehatan, kecerdasan, keamanan, kekuatan, kekayaan, keadilan, keterjagaan lingkungan, pemahaman, keterampilan, nilai, kreatif, dan konstruksi pengetahuan secara mandiri. Aspek yang utama adalah melatih peserta didik untuk belajar secara aktif serta belajar mengenai lingkungan sekitarnya.

Outdoor learning memberikan hal-hal yang berkaitan dengan kurikulum serta dapat menawarkan pendalaman dan pencapaian yang sulit dilakukan pada pembelajaran *indoor*. Secara tidak langsung peserta didik belajar tentang perannya dalam lingkungan. Seperti halnya pernyataan Rogers, Smith, Davies, Dunning, Harris (2012:57) bahwa *working in the outdoors brings with it the responsibility to ensure that you have limited or no lasting effects on the environment in which you work*. Peserta didik dilatih untuk bertanggung jawab terhadap apa yang dia lakukan sebab

apapun itu akan berpengaruh terhadap lingkungannya. Oleh karena itulah pendidik harus menekankan bahwa manusia dan alam saling berpengaruh sehingga setiap hal yang akan dilakukan harus dipikirkan dengan matang.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa metode *outdoor learning* adalah pembelajaran dengan memanfaatkan lingkungan secara langsung (di luar kelas) sehingga memberikan pengalaman yang asli dan konkret kepada peserta didik. Pengalaman tersebut memungkinkan peserta didik untuk mendapatkan stimulasi dari lingkungan yang dapat memperluas lingkungan belajar dan memungkinkan berkembangnya berbagai domain perkembangan peserta didik, seperti pemahaman, keterampilan, nilai, dan perkembangan individunya seperti aspek sosial, fisik, kreatif, budaya, serta personal. Selain itu, peserta didik juga dapat belajar secara menyenangkan dan dapat mengonstruksi pengetahuannya sendiri melalui aktivitas *outdoor learning*. Artinya peserta didik menjadi pembelajar yang aktif dengan diberlakukannya *outdoor learning*. Dengan demikian, pengetahuan yang didapatkan dari pengalaman langsung dapat awet dalam ingatan peserta didik.

c. Perencanaan Implementasi Pembelajaran dengan Metode *Outdoor Learning*

Perencanaan pembelajaran sebenarnya dapat dilakukan secara spontan, sebelum dilakukan pembelajaran, maupun dilakukan setelah meninjau lokasi. Brown (2010: 12) merekomendasikan beberapa

pertimbangan dalam merencanakan *outdoor learning* yang dapat dirangkum dalam dua pernyataan berikut.

- 1) Memilih pengalaman *outdoor* yang paling cocok dengan kompetensi yang hendak dicapai.
- 2) Menentukan bagaimana mengondisikan *outdoor learning* agar dapat mendukung *indoor learning*.

Setelah menelaah dua pertimbangan perencanaan *outdoor learning* di atas, langkah selanjutnya adalah menentukan lokasi. Lokasi pembelajaran *outdoor* dapat ditentukan sesuai dengan tujuan dan rencana pembelajaran. Brown (2010: 17) merekomendasikan beberapa hal dalam pemilihan lokasi *outdoor learning* yang dapat dirangkum dalam pernyataan berikut.

- 1) Lokasi perlu disesuaikan dengan pengalaman dan hasil yang diinginkan.
- 2) Lokasi hendaknya mudah diakses, memberikan cukup informasi, menantang, dan dapat dikunjungi berkali-kali untuk memperdalam pengetahuan.

Contoh lokasi *outdoor learning* menurut Brown (2010: 12) dapat berupa: *local area*, *day-long experiences*, *residential experiences*, *overseas*, dan *school/ centre grounds*. Artinya, terdapat beberapa tempat yang dapat dijadikan lokasi *outdoor learning* yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran, diantaranya adalah lingkungan sekolah, lingkungan

bersejarah, taman lokal, taman nasional, pedesaan, perkotaan, lingkungan tempat tinggal, hingga ekspedisi ke luar negeri.

Priest (1986: 14-15) menekankan bahwa *outdoor learning* didasarkan pada kurikulum, yaitu untuk membantu pencapaian kompetensi yang diturunkan dari kurikulum. *Outdoor learning* dilakukan dan diinspirasi dari *outdoor setting* melalui pembelajaran petualangan (*adventure education*) dan pembelajaran lingkungan (*environmental education*) dengan memaksimalkan pemanfaatan seluruh indera dan melibatkan tiga domain pembelajaran. Eksplorasi lingkungan di luar kelas dapat mengajarkan kepada peserta didik tentang hubungannya dengan lingkungan hidupnya, hubungan tentang berbagai konsep ekosistemnya, dan hubungannya baik dengan diri sendiri maupun dengan orang lain.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa *outdoor learning* merupakan suatu metode pembelajaran yang kebanyakan (bukan secara keseluruhan) dilakukan di luar kelas/ruangan guna menguatkan konsep dasar yang dibelajarkan di dalam kelas untuk mencapai tujuan dari kurikulum. *Outdoor learning* bertumpu pada pengalaman nyata dengan mengondisikan peserta didik untuk menggunakan seluruh inderanya (penglihatan, pendengaran, perasa, sentuhan, pembau, dan intuisi) serta melibatkan tiga domain pembelajaran (kognitif, afektif, dan psikomotor). *Outdoor learning* memfasilitasi terjadinya relasi berbagai bidang kajian, bukan hanya dari sumber daya alam saja, tetapi hubungan manusia dengan

dirinya sendiri, dengan orang lain, dengan lingkungan alamnya, maupun hubungan antarkomponen dalam ekosistem. Pembelajaran yang dilakukan di luar ruangan (*outdoor learning*) berfungsi sebagai wahana pembantu untuk mengembangkan kapasitas belajar. *Outdoor learning* memfasilitasi peserta didik untuk berinteraksi dengan lingkungan sekitar di luar ruang kelas. Metode ini merangsang peserta didik untuk belajar secara aktif dan dapat mengonstruksi sendiri pengetahuannya.

Outdoor learning secara tidak langsung memberitahukan kepada peserta didik bahwa segala sesuatu yang dilakukan oleh manusia berpengaruh terhadap lingkungannya. Peserta didik belajar mengenai perannya dalam lingkungan dan berlatih untuk bertanggung jawab terhadap apa yang dilakukannya terhadap lingkungan serta berpikir secara matang sebelum melakukan sesuatu.

d. Pembelajaran IPA Berbasis SETS dengan Metode *Outdoor Learning*

Pembelajaran IPA berbasis SETS dengan metode *outdoor learning* merupakan pelaksanaan pembelajaran konsep-konsep IPA/sains dan aplikasinya dalam bentuk teknologi yang dikaitkan dengan isu lingkungan yang berpengaruh terhadap masyarakat. Pelaksanaan pembelajaran ini adalah dengan cara pemberian pengalaman langsung melalui aktivitas belajar di lingkungan luar kelas. Dampak-dampak sains dan teknologi pada lingkungan yang ditimbulkan dan dapat mempengaruhi masyarakat dapat diamati secara langsung dengan *outdoor learning*.

Pembelajaran sains berbasis SETS dengan metode *outdoor learning* memberikan pengalaman kepada peserta didik untuk mengeksplorasi lingkungan di sekitarnya (*outdoor setting*) serta melatih peserta didik untuk mengidentifikasi, menganalisis, mengaplikasikan konsep dan keterampilan proses dalam pemecahan permasalahan di kehidupan sehari-hari terutama dalam hal dampak sains dan teknologi terhadap lingkungan dan masyarakat. Aktivitas dalam pembelajaran ini juga membuat peserta didik untuk aktif dan mengonstruksi pengetahuannya sendiri. Seluruh alat indera dapat dimaksimalkan fungsinya, tiga domain pembelajaran dapat tercapai.

Melalui aktivitas belajar ini, peserta didik mempelajari hubungannya diri sendiri, dengan masyarakat, dan lingkungan, serta hubungan antarkomponen dalam ekosistem. Dengan demikian peserta didik dapat menyadari dampak positif dan negatif dari sains dan teknologi, mengambil keputusan secara bijak dalam menghadapi isu lingkungan yang berpengaruh terhadap masyarakat, serta memiliki rasa hormat dan sikap peduli terhadap lingkungan dan kehidupan di bumi.

Pembelajaran IPA berbasis SETS dengan metode *outdoor learning* dilakukan dengan memperhatikan karakteristik dan hal-hal penting yang harus dilakukan dalam pembelajaran SETS dan *outdoor learning*. Pembelajaran dengan SETS dengan metode *outdoor learning* dilakukan dengan lima tahap, yaitu invitasi, eksplorasi, solusi, aplikasi, dan

pemantapan konsep. Berdasarkan uraian di atas maka disusun kisi-kisi keterlaksanaan pembelajaran SETS dengan metode *outdoor learning* yang terlampir pada Lampiran 2.3 halaman 250.

3. *Science Process Skill*

a. Pengertian *Science Process Skill*

Sains ditinjau dari aspek proses merupakan suatu metode ilmiah untuk memperoleh pengetahuan dengan cara tertentu. Berikut adalah beberapa pendapat mengenai pengertian keterampilan proses sains.

- 1) Ango (2002: 16) menyatakan bahwa *the value of learning process skills in order to develop expertise in problem solving*. Ango menekankan bahwa keterampilan proses sains dapat melatih peserta didik untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah.
- 2) Bundu (2006: 12) menyatakan bahwa keterampilan proses sains atau proses sains adalah sejumlah keterampilan untuk mengkaji fenomena alam dengan cara-cara tertentu untuk memperoleh ilmu dan pengembangan ilmu itu selanjutnya. Dengan keterampilan proses peserta didik dapat mempelajari sains sesuai dengan apa yang para ahli sains lakukan, yakni melalui pengamatan, klasifikasi, inferensi, merumuskan hipotesis, dan melakukan eksperimen.
- 3) Aktamis & Ergin. (2008: 2) menyatakan bahwa *the sps are a necessary tool to produce and use scientific information, to perform scientific research, and to solve problems*. Keterampilan proses sains

merupakan alat untuk menghasilkan dan membuat informasi ilmiah, untuk melakukan penelitian ilmiah, dan untuk memecahkan masalah.

- 4) Özgelen (2012: 283) menyatakan bahwa *science process skills (SPS)* are the thinking skills that scientists use to construct knowledge in order to solve problems and formulate results. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa keterampilan proses sains merupakan keterampilan berpikir yang digunakan untuk mengonstruksi pengetahuan dengan tujuan untuk memecahkan permasalahan dan mendapatkan hasil.
- 5) Sheeba (2013: 109) menyatakan bahwa *science process skills* are a reflection of the methods used by scientists while generating information on science. Titik tekan dari pernyataan tersebut adalah metode yang digunakan oleh saintis pada saat mengumpulkan informasi sains.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa keterampilan proses/ *science process skill* merupakan keterampilan yang berfungsi sebagai cara yang digunakan oleh para pembelajar sains serta ilmuwan dalam menjalankan penelitian ilmiah seperti eksperimen untuk mengkaji fenomena alam, mengonstruksi pengetahuan, serta memperoleh informasi untuk memecahkan permasalahan.

Science process skill merupakan salah satu hal penting untuk mewujudkan *learning by doing* maupun *active learning* pada peserta didik.

Oleh karena itu, *science process skill* sangat penting untuk peserta didik. *Science process skill* melatih peserta didik untuk mengaplikasikan konsep sains, prosedur-prosedur, dan sikap-sikap positif dalam kehidupan yang lebih luas. Sheeba (2013: 109) menyatakan bahwa *science process skills include the processes, which can be applied in almost every stage of life, and which should be possessed and used by any individual in scientific literate societies to increase the quality and standard of life*. Titik tekannya adalah bahwa *science process skill* dapat diaplikasikan hampir di setiap tahap kehidupan dan sudah selayaknya dimiliki oleh generasi yang berwawasan sains untuk meningkatkan kualitas dan standar hidup. Artinya selain memfasilitasi terjadinya *active learning* yang dapat meningkatkan pencapaian pembelajaran tiga aspek, *science process skill* juga dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari dan dapat membekali keterampilan hidup peserta didik.

b. *Klasifikasi Science Process Skill*

Banyak ahli berpendapat bahwa keterampilan proses sains memiliki urutan hirarkis yang saling berpengaruh satu sama lain. Berikut adalah pendapat beberapa ahli mengenai klasifikasi keterampilan proses sains.

1) *Klasifikasi Science Process Skill* menurut Sheeba.

Keterampilan proses diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *basic and integrated science process skill*. Sheeba (2013: 111) menyatakan

bahwa *the basic (simpler) process skills provide a foundation for learning the integrated (more complex) skills*. Penekanannya adalah keterampilan proses dasar bersifat lebih simpel dan merupakan pondasi untuk keterampilan proses sains terintegrasi yang lebih kompleks. Klasifikasi *science process skill* menurut Sheeba yang diadopsi dari *The American Association for the Advancement of Science- AAAS* tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi *Science Process Skill* (SPS)

SPS	Deskripsi
<i>Basic Science Process Skills</i>	
<i>Observing</i>	Pengumpulan informasi mengenai suatu objek atau kejadian menggunakan satu atau kombinasi dari lima alat indera yaitu penglihatan, pendengaran, sentuhan, perasa, dan pembau sesuai dengan kenyataan. Mengidentifikasi persamaan dan perbedaan objek yang diamati.
<i>Classifying</i>	Mengelompokkan objek dengan kategori pokok yang sama, yaitu dengan mengidentifikasi dan menganalisis ciri/sifat objek yang diidentifikasi.
<i>Measuring</i>	Menspesifikasikan objek yang diobservasi dengan cara membandingkan dengan referensi/alat ukur standar.
<i>Using space/time relationship</i>	Berkaitan dengan interaksi antarvariabel, aspek ini mendeskripsikan hubungan ruang dan perubahannya terhadap waktu.
<i>Using numbers</i>	Proses penggunaan angka sebagai hasil observasi bukan hanya sekedar dengan menggunakan deskripsi kualitatif.
<i>Communicating</i>	Proses berbagi informasi/data secara sistematis kepada orang lain dengan menggunakan grafik, diagram, peta, symbol, persamaan matematika, demonstrasi visual, bahasa lisan, dan bahasa tertulis.
<i>Predicting</i>	Menyatakan kejadian yang akan terjadi berdasarkan pola bukti yang telah terjadi/data dan dapat diuji.
<i>Inferring</i>	Proses pembuatan kesimpulan berdasarkan alasan atau pengalaman atau penyimpulan mengenai penyebab dari hasil observasi.
<i>Integrated Science Process Skills</i>	
<i>Identifying and controlling variables</i>	Mengidentifikasi berbagai macam variable (variable bebas maupun variable terikat) yang ada dalam investigasi serta kemampuan untuk mengontrol variable tersebut selama investigasi, sehingga tercipta kondisi yang memungkinkan teramatinya suatu komponen dalam kondisi terisolasi.
<i>Interpreting data</i>	Mengorganisir dan menganalisis data yang telah didapatkan kemudian menarik kesimpulan berdasarkan pola atau hubungan pada data.
<i>Formulating hypothesis</i>	Hipotesis merupakan prediksi mengenai hubungan antarvariabel. Hipotesis menuntun peneliti data apa yang harus dicari.
<i>Defining operationally</i>	Proses investigasi ilmiah dimana peneliti mengontrol beberapa variable bebas terhadap variable terikat.
<i>Experimenting</i>	Proses investigasi ilmiah dimana peneliti mengontrol beberapa variable dan mengobservasi pengaruh yang ditimbulkan variable bebas terhadap variable terikat.

Sumber: Sheeba (2013: 113-119)

2) Klasifikasi *Science Process Skill* menurut Padilla.

Tabel 5. Klasifikasi *Science Process Skill* (SPS)

SPS	Deskripsi
<i>Basic Science Process Skills</i>	
<i>Observing</i>	Menggunakan alat indera untuk mendapatkan informasi mengenai objek atau fenomena.
<i>Measuring</i>	Menggunakan kata-kata, grafik, atau symbol lain untuk mengukur atau mengestimasi dimensi objek atau kejadian.
<i>Communicating</i>	Menggunakan kata-kata, grafik, atau symbol lain untuk mendeskripsikan kegiatan objek atau kejadian.
<i>Classifying</i>	Mengelompokkan atau mengurutkan objek atau kejadian ke dalam kategori tertentu berdasarkan ciri dan kriteria yang dimiliki.
<i>Predicting</i>	Membuat pernyataan tentang kejadian yang akan terjadi berdasarkan pola bukti yang telah ada.
<i>Integrated Science Process Skills</i>	
<i>Controlling variables</i>	Mengidentifikasi variable yang dapat berpengaruh pada hasil eksperimen, menjaga agar tetap konstan selama percobaan berlangsung (pengaruh yang ditimbulkan hanya berasal dari manipulasi variable bebas).
<i>Defining operationally</i>	Menyatakan bagaimanakah pengukuran variable dilakukan dalam eksperimen.
<i>Formulating hypotheses</i>	Membuat pernyataan mengenai hasil yang diekspektasikan dalam eksperimen.
<i>Interpreting data</i>	Mengorganisasikan data dan mengambil kesimpulan berdasarkan data tersebut.
<i>Experimenting</i>	Kemampuan untuk mengondisikan suatu eksperimen, mencakup mengajukan rumusan permasalahan yang tepat, menyatakan hipotesis, mengidentifikasi dan mengontrol variable, membuat definisi operasional variable-variable yang terlibat, merancang eksperimen, mengondisikan eksperimen dan menginterpretasikan data hasil eksperimen.
<i>Formulating models</i>	Menciptakan atau membuat model baik secara mental atau fisik mengenai proses atau kejadian.

Sumber: Padilla (2016: 1-2)

3) Klasifikasi *Science Process Skill* menurut Lloyd & Register.

Tabel 6. Klasifikasi *Science Process Skill* (SPS)

Jenis	Deskripsi
<i>Observing</i>	Mengumpulkan informasi menggunakan kelima alat indra atau dengan instrumen guna mendapatkan deskripsi yang lebih lengkap.
<i>Measuring</i>	Membandingkan benda yang diukur menggunakan satuan tertentu. Hasil pengukuran terdiri dari dua bagian, yaitu angka yang menunjukkan seberapa besar atau seberapa banyak dan satuan yang menyatakan takaran pengukuran (<i>how much of what</i>).
<i>Classifying</i>	Mengurutkan objek atau fenomena ke dalam kelompok tertentu berdasarkan persamaan, perbedaan, dan hubungan yang dimiliki antarobjek.
<i>Inferring</i>	Penjelasan atau interpretasi berdasarkan hasil observasi.
<i>Predicting</i>	Membuat perkiraan atau ramalan mengenai apa yang akan terjadi berdasarkan

Jenis	Deskripsi
	hasil observasi maupun pengalaman lampau.
<i>Communicating</i>	Berbagi hasil observasi dengan orang lain dengan jelas dan efektif agar penerima paham dengan informasi yang dibagikan. <i>Communicating</i> dapat dilakukan secara verbal, tulisan, gambar, grafik, peta, diagram, maupun demonstrasi visual.

Sumber: Lloyd & Register (2003: 1-9)

4) Klasifikasi *Science Process Skill* menurut Bass, Contant, & Carin (2009:30)

Tabel 7. Klasifikasi *Science Process Skill* (SPS)

SPS	Deskripsi
<i>Observing</i>	Mengumpulkan informasi menggunakan alat indra dan instrumen yang memaksimalkan kerja indra.
<i>Classifying</i>	Mengelompokkan objek atau organisme berdasarkan kriteria tertentu.
<i>Inferring</i>	Membuat kesimpulan sementara mengenai objek, organisme, atau kejadian berdasarkan observasi dan pengetahuan awal.
<i>Measuring</i>	Menjumlah variable menggunakan instrumen dan satuan standar maupun nonstandar.
<i>Communicating</i>	Merekam observasi, pengukuran, inferensi, eksperimen, dll dalam berbagai cara dan menyampaikannya kepada orang lain.
<i>Predicting</i>	Membuat ramalan mengenai kemungkinan yang akan terjadi pada suatu penyelidikan berdasarkan pola data yang telah diketahui.
<i>Hypothesizing</i>	Membuat pernyataan untuk membimbing jalannya investigasi dari rumusan masalah.
<i>Experimenting: controlled investigating</i>	Menginvestigasi dengan cara memanipulasi satu variable, mengontrol variable lain agar tetap konstan, dan mengamati dampak pada variable respon.

Sumber: Bass, Contant, & Carin (2009: 30)

5) Klasifikasi *Science Process Skill* menurut Chiappetta & Koballa.

Tabel 8. Klasifikasi *Science Process Skill* (SPS)

SPS	Deskripsi
Basic skills	
<i>Observing</i>	Mencermati karakteristik objek maupun situasi menggunakan kelima indra.
<i>Classifying</i>	Menghubungkan objek maupun kejadian berdasarkan ciri-ciri yang dimilikinya.
<i>Space/time relations</i>	Memvisualisasikan atau memanipulasikan objek maupun fenomena, dengan melibatkan bentuk, waktu, jarak, maupun kecepatan.
<i>Using numbers</i>	Mennggunakan hubungan kuantitatif, contohnya notasi ilmiah, <i>error</i> , rasio, presisi, dan proporsi.
<i>Measuring</i>	Menyatakan jumlah dari objek atau substansi dalam bentuk kuantitatif, contoh: meter, liter, gram, dan newton.
<i>Inferring</i>	Membuat penjelasan mengenai objek maupun peristiwa.
<i>Predicting</i>	Meramalkan kejadian di masa depan berdasarkan observasi yang

SPS	Deskripsi
	telah dilakukan ataupun pola data.
<i>Integrated skills</i>	
<i>Defining operationally</i>	Membuat pernyataan yang menggambarkan deskripsi konkret dari sebuah objek atau peristiwa dengan menyampaikan apa yang harus dilakukan atau diobservasi.
<i>Formulating models</i>	Mengonstruksi gambar, objek, atau formula matematika untuk menjelaskan ide.
<i>Controlling variables</i>	Memanipulasi dan mengontrol sifat yang berhubungan dengan situasi atau peristiwa untuk menentukan akibat tertentu.
<i>Interpreting data</i>	Mengajukan penjelasan, inferensi, maupun hipotesis dari data yang telah diubah menjadi grafik atau tabel.
<i>Hypothesizing</i>	Membuat generalisasi tentatif dari observasi atau inferensi yang barangkali dapat digunakan untuk menjelaskan peristiwa yang lebih besar atau lebih banyak. Namun hipotesis masih perlu diuji menggunakan eksperimen.
<i>Experimenting</i>	Menguji hipotesis melalui manipulasi dan kontrol variabel bebas dan mencatat efek yang terjadi pada variabel terikat, menginterpretasi dan mempresentasikan hasil dalam bentuk laporan sehingga orang lain dapat mengulangi eksperimennya.

Sumber: Chiappetta & Koballa (2010: 132)

6) Klasifikasi *Science Process Skill* menurut Bundu.

Keterampilan proses sains menurut Bundu (2006: 23-24) juga dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok keterampilan dasar dan keterampilan terintegrasi. Keterampilan proses sains dasar meliputi: observasi, klasifikasi, komunikasi, pengukuran, prediksi, penarikan kesimpulan. Keterampilan proses sains terintegrasi meliputi: mengidentifikasi variabel, menyusun tabel data, menyusun grafik, menggambarkan hubungan antar variabel, memperoleh dan memproses data, menganalisis investigasi, menyusun hipotesis, merumuskan variabel secara operasional, merancang investigasi, dan melakukan eksperimen. Deskripsi dari masing-masing keterampilan proses sains menurut Bundu diuraikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Klasifikasi *Science Process Skill* (SPS)

Jenis Keterampilan	Deskripsi
Melakukan observasi	Kemampuan menggunakan panca indera untuk memperoleh data atau informasi baik secara kualitatif dengan menggunakan alat indera (warna, rasa, suara) maupun secara kuantitatif yang didasarkan pada satuan ukuran tertentu
Mengklasifikasi	Dasar pembentukan konsep dengan cara mengelompokkan atas aspek dan ciri-ciri tertentu.
Bekomunikasi	Komunikasi merupakan menyampaikan hasil pengamatan/pengetahuan yang dimiliki kepada orang lain, baik secara lisan maupun tulisan dan dapat dalam bentuk laporan, grafik, gambar, diagram, tabel.
Memprediksi	Prediksi merupakan perkiraan yang spesifik pada bentuk observasi yang akan datang didasarkan pada hasil observasi dan pengukuran serta hubungan antarvariabel.
Menginferensi	Menginferensi merupakan penarikan kesimpulan sementara dan penjelasan dari pengamatan.
Merumuskan hipotesis	Melakukan perkiraan mengenai suatu kejadian atau pengamatan tertentu yang berdasar pada pemikiran logis antar variabel.
Menginterpretasi	Kemampuan memaknakan hubungan antara variabel, mengolah dan mencari satu pola yang mengarahkan pada penyusunan prediksi, hipotesis, atau penarikan kesimpulan.
Mengendalikan/ mengontrol variable	Mengontrol variabel merupakan upaya mengalokasikan variabel yang tidak diteliti sehingga hasil yang diperoleh berasal dari variabel yang diteliti.
Merancang dan melakukan eksperimen	Eksperimen merupakan suatu kegiatan yang mencakup seluruh keterampilan proses, karena untuk menemukan jawaban dari satu pertanyaan diperlukan langkah-langkah seperti identifikasi variabel, membuat prediksi, menyusun hipotesis, mengumpulkan data dan membuat kesimpulan sebagai jawaban pertanyaan yang diajukan.

Sumber: Bundu (2006: 25-31)

Terdapat beberapa kriteria berkomunikasi yang baik. Berikut

adalah kriteria berkomunikasi yang baik menurut Bundu (2006: 26-27).

- a) Mendiskripsikan apa yang diamati (lihat, raba, dengar, bau, kecap) bukan apa yang ditafsirkan; menggunakan deskripsi singkat dengan bahasa yang tepat.
- b) Mengomunikasikan informasi secara akurat dengan menggunakan sebanyak mungkin observasi sesuai situasi yang ada.
- c) Memperhatikan pandangan dan pengalaman lalu orang yang diajak berkomunikasi.

- d) Melengkapi komunikasi dengan media untuk mendapatkan umpan balik sehingga efektivitas komunikasi dapat diketahui.
- e) Membuat alternatif deskripsi yang lain jika diperlukan. (Bundu, 2006: 26-27).

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa komunikasi yang baik memiliki ciri mendeskripsikan apa yang diamati bukan apa yang ditafsirkan secara akurat, singkat, dengan bahasa yang tepat, menggunakan media, membuat lebih dari satu deskripsi, serta memperhatikan latar belakang orang yang diajak berkomunikasi.

Berdasarkan aspek-aspek *science process skill* yang telah diuraikan, maka dalam penelitian ini aspek keterampilan proses sains yang dinilai adalah aspek *observing*, *measuring*, *predicting* dan *communicating*. Pemilihan keempat aspek tersebut didasari karena beberapa hal, diantaranya adalah sebagai berikut.

- a) Berdasarkan hasil observasi, peserta didik masih kesulitan dalam melakukan *observing*, *measuring*, *predicting* dan *communicating*.
- b) Berdasarkan hasil kajian teori, *observing*, *measuring*, *predicting* dan *communicating* sangat penting dalam aktivitas belajar sains.
- c) Keterbatasan peneliti tidak memungkinkan terjadinya penilaian *science process skill* secara keseluruhan.

Keterampilan proses/*science process skill* merupakan keterampilan yang berfungsi sebagai metode, dan cara yang digunakan oleh para pembelajar sains serta ilmuwan dalam menjalankan

penelitian ilmiah seperti eksperimen untuk mengkaji fenomena alam, mengonstruksi pengetahuan, serta memperoleh informasi untuk memecahkan permasalahan. Berikut adalah penjelasan mengenai *observing*, *measuring*, *predicting* dan *communicating* yang disintesis berdasarkan pendapat ahli.

1) *Observing*

Observasi merupakan pengumpulan informasi sesuai fakta mengenai objek atau kejadian menggunakan satu atau kombinasi dari lima alat indera yaitu penglihatan, pendengaran, sentuhan, perasa, dan pembau. Observasi dapat dilakukan dengan bantuan alat untuk mendapatkan informasi yang detail. Hasil observasi berupa diskripsi mengenai objek maupun kejadian sesuai dengan fakta serta perbandingan persamaan dan perbedaan antara objek atau kejadian satu dan lainnya.

2) *Measuring*

Measuring merupakan bentuk observasi yang lebih spesifik dengan membandingkan objek yang diobservasi dengan referensi/ alat ukur standar maupun tidak standar untuk mengukur atau mengestimasi dimensi objek atau kejadian. Hasil *measuring* berupa angka yang menunjukkan seberapa besar atau seberapa banyak dan satuan yang menyatakan takaran pengukuran, seperti meter, liter, gram, newton,

dll. Dengan kata lain, *measuring* merupakan proses observasi kuantitatif yang hasilnya berupa angka-angka dengan satuan.

3) *Predicting*

Predicting merupakan membuat pernyataan atau perkiraan spesifik tentang kejadian yang akan terjadi berdasarkan pola bukti/data hasil observasi maupun pengalaman lampau. Prediksi dapat juga diartikan sebagai proses mengidentifikasi kecenderungan pada sekelompok data tersebut menjadi bentuk tertentu. Prediksi dapat diterima dan ditolak berdasarkan kriteria-kriteria tertentu, oleh karena itu prediksi sudah selayaknya dapat diuji.

4) *Communicating*

Communicating adalah proses penyampaian informasi/data secara sistematis, jelas, efektif, dengan menggunakan deskripsi singkat dan bahasa yang tepat kepada orang lain agar penerima paham dengan informasi yang dibagikan. Informasi/data yang disampaikan harus akurat dan sesuai dengan kenyataan bukanlah berdasarkan hasil tafsiran. *Communicating* dapat dilakukan secara lisan, tertulis, maupun dengan menggunakan grafik, gambar, diagram, tabel, peta, simbol, persamaan matematika, laporan, dan demonstrasi visual.

Berdasarkan uraian di atas maka disusun kisi-kisi *science process skill* yang terlampir pada Lampiran 2.7 halaman 262.

5. Sikap Peduli Lingkungan

Sikap atau *attitude* diartikan sebagai suatu respon seseorang dalam menghadapi suatu hal. Hosseini dan Pourmandnia (2013: 63) menyatakan bahwa *a disposition or tendency to respond positively or negatively toward a certain thing such as an idea, object, person, or situation*. Titik tekannya adalah bahwa kecenderungan seseorang untuk memberikan respon positif maupun negatif terhadap suatu stimulus seperti ide, objek, orang, ataupun situasi. Myers (2010: 109) menyatakan bahwa *attitude* merupakan *favourable or unfavourable evaluative reactions whether exhibited in beliefs, feelings, or inclinations to act*. Penekanan dari pernyataan Myers adalah bahwa sikap merupakan penilaian baik atau buruk seseorang yang mengikutsertakan kepercayaan, perasaan, atau kecenderungan/komitmen untuk bertindak. Berdasarkan dua pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa *attitude* (sikap) merupakan penilaian dan kecenderungan seseorang dalam bertindak. Artinya seseorang menilai baik-buruk, suka-tidak suka, maupun kemanfaatan berdasarkan sikap yang dimilikinya. Sikap didasarkan pada tiga hal utama, yaitu kepercayaan, perasaan, dan kecenderungan/komitmen untuk bertindak.

Sikap bukanlah suatu hal yang dapat diamati secara langsung melalui observasi. Milfont (2007: 12) menyatakan bahwa *attitudes are a latent construct and as such cannot be observed directly*. Titik tekannya adalah penilaian sikap tidak dapat dilakukan melalui observasi layaknya penilaian *behavior*, tetapi dari respon-respon yang diberikan oleh responden.

Berdasarkan penjelasan mengenai pengertian dari sikap di atas, maka dapat ditarik pengertian sikap peduli lingkungan sebagai kecenderungan seseorang menilai yang didasarkan pada kepercayaan, perasaan, dan kecenderungan untuk bertindak terhadap lingkungan. Pe'er, Goldman & Yavetz (dalam Hashemzadeh, 2016: 35) menyatakan bahwa *environmental attitudes refer to general feelings toward ecology and the environment, feelings and concern for specific environmental issues, and feelings toward acting to solve environmental problems*. Titik tekannya adalah *environmental attitude* (sikap peduli lingkungan) merujuk pada perasaan terhadap ekologi dan lingkungan, perasaan terhadap isu-isu lingkungan, dan perasaan dalam bertindak untuk memecahkan permasalahan lingkungan. Selain itu, Milfont & Duckitt (dalam Hashemzadeh, 2016: 35) juga menyatakan bahwa *environmental attitude is an organization of beliefs, including an overall evaluation, liking or disliking for some aspect of the environment, the environment as a whole, or of some object that has clear and direct effects on the environment, such as power plants*. Penekanan dari pernyataan tersebut adalah bahwa sikap peduli lingkungan merupakan serangkaian kepercayaan meliputi penilaian mengenai suka-tidak suka terhadap aspek dalam lingkungan, lingkungan secara keseluruhan, atau objek yang berpengaruh secara jelas dan langsung terhadap lingkungan.

Berdasarkan dua pernyataan di atas, dapat disimpulkan bahwa sikap peduli lingkungan merupakan serangkaian perasaan, penilaian, dan

kepercayaan seseorang terhadap aspek lingkungan, lingkungan secara keseluruhan, maupun isu lingkungan. Penilaian yang dimaksud dapat berupa penilaian baik atau penilaian buruk terhadap lingkungan.

Sikap peduli lingkungan yang positif merupakan rasa peduli seseorang terhadap lingkungannya. Corraliza & Berenguer (2000: 833) menyatakan bahwa *pro-environmental attitudes* merupakan *people's predispositions, relatively durable and relatively organized, to pay attention to, be concerned about, and, ultimately, to act in the name of environmental protection*. Artinya, *pro-environmental attitudes* (sikap peduli lingkungan yang positif) merupakan kecenderungan seseorang untuk menaruh perhatian terhadap isu lingkungan dan lebih spesifiknya adalah kecenderungannya dalam bertindak positif terhadap lingkungannya.

Sikap peduli lingkungan memiliki dua belas domain yang masing-masing menggambarkan sikap terhadap lingkungan. Milfont (2010: 266-267) menyatakan bahwa dua belas domain sikap peduli lingkungan diantaranya adalah *enjoyment of nature, support for interventionist conservation policies, environmental movement activism, conservation motivated by anthropocentric concern, confidence in science and technology, environmental threat, altering nature, personal conservation behavior, human dominance over nature, human utilization of nature, ecocentric concern, dan support for population growth policies*.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa sikap peduli lingkungan merupakan kecenderungan penilaian, kecenderungan pemikiran, atau kecenderungan tindakan seseorang terkait dengan kondisi maupun proses yang tidak dapat diamati langsung dengan alat indra. Kecenderungan penilaian, kecenderungan pemikiran, atau kecenderungan tindakan positif terhadap stimulus yang berkaitan dengan lingkungan. Domain sikap peduli lingkungan yang terdapat pada penelitian ini tercantum dalam Tabel 10.

Tabel 10. Domain Sikap Peduli Lingkungan

Label Domain/Skala	Deskripsi
<i>Conservation Motivated by Anthropocentric Concern</i>	Mendukung kebijakan terkait konservasi dan perlindungan lingkungan yang termotivasi dari kekhawatiran terhadap alam dan lingkungan.
<i>Confidence in Science and Technology</i>	Setuju bahwa kemampuan manusia, terutama sains dan teknologi tidak mampu menyelesaikan semua masalah lingkungan yang dihadapi saat ini maupun di masa depan.
<i>Personal Conservation Behaviour</i>	Tertarik untuk memelihara dan mengonservasi sumber daya alam, serta melindungi lingkungan melalui tindakan yang dilakukan sehari-hari.
<i>Ecocentric Concern</i>	Merasa khawatir dan kehilangan saat terjadi kerusakan lingkungan.

Sumber: Milfont (2010: 266-267)

Berdasarkan uraian di atas maka disusun kisi-kisi sikap peduli lingkungan yang terlampir pada Lampiran 2.14 halaman 316.

6. LKPD Berbasis SETS dengan Metode *Outdoor Learning*

a. LKPD

Lembar kerja peserta didik merupakan bahan ajar yang sangat penting dalam pembelajaran IPA. Depdiknas (2008: 13) menyebutkan bahwa lembar kegiatan siswa atau lembar kegiatan peserta didik (*student*

worksheet) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas. Berdasarkan uraian tersebut, tugas yang tercantum dalam LKPD merupakan petunjuk kegiatan maupun diskusi sesuai dengan materi yang dipelajari pada pertemuan tersebut.

LKPD bukan hanya berisi tugas, petunjuk, serta langkah untuk peserta didik. Prastowo (2011: 204), menyatakan bahwa LKPD merupakan suatu bahan ajar cetak berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan oleh peserta didik, mengacu pada kompetensi dasar yang harus dicapai. Berdasarkan pernyataan ini, dapat diketahui bahwa LKPD merupakan lembaran bahan ajar yang memuat materi, ringkasan, serta petunjuk pelaksanaan tugas untuk peserta didik.

Sependapat dengan pendapat sebelumnya, Katriani (2014:2) menyatakan bahwa LKPD merupakan kumpulan dari lembaran yang berisikan kegiatan peserta didik yang memungkinkan peserta didik melakukan aktivitas nyata dengan objek dan persoalan yang dipelajari. Dengan kata lain adanya LKPD mendukung peserta didik dapat terlibat secara aktif dalam pembelajaran.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa LKPD merupakan bahan ajar yang berupa lembaran-lembaran. Isi dari LKPD adalah tugas yang disesuaikan dengan kompetensi yang akan dicapai serta

petunjuk dan langkah untuk pelaksanaan tugas tersebut. Konten lain yang bisa ditambahkan dalam LKPD dapat berupa materi dan ringkasan materi. Penggunaan LKPD dapat memancing peserta didik untuk aktif dalam proses pembelajaran.

Terdapat beberapa fungsi LKPD. Berikut adalah fungsi LKPD menurut Suyanto, Paidi, & Wilujeng.

- 1) Sebagai panduan siswa di dalam melakukan kegiatan belajar, seperti melakukan percobaan. LKPD berisi alat dan bahan serta prosedur kerja.
- 2) Sebagai lembar pengamatan, di mana LKPD menyediakan dan memandu siswa menuliskan data hasil pengamatan. LKPD berisi tabel yang memungkinkan siswa mencatat data hasil pengukuran atau pengamatan.
- 3) Sebagai lembar diskusi, di mana LKPD berisi sejumlah pertanyaan yang menuntun siswa melakukan diskusi dalam rangka konseptualisasi. Melalui diskusi tersebut siswa dilatih membaca dan memaknakan data untuk memperoleh konsep-konsep yang dipelajari.
- 4) Sebagai lembar penemuan (*discovery*), di mana siswa mengekspresikan temuannya berupa hal-hal baru yang belum pernah ia kenal sebelumnya.
- 5) Sebagai wahana untuk melatih siswa berpikir lebih kritis dalam kegiatan belajar mengajar.
- 6) Meningkatkan minat siswa untuk belajar jika kegiatan belajar yang dipandu melalui LKPD lebih sistematis, berwarna serta bergambar serta menarik perhatian siswa. (Suyanto, Paidi, & Wilujeng, 2011: 3).

Berdasarkan poin-poin di atas, dapat diketahui bahwa fungsi LKPD adalah sebagai panduan, lembar pengamatan, lembar diskusi, lembar penemuan, wahana berpikir kritis, serta wahana untuk meningkatkan minat belajar peserta didik.

Selain memiliki fungsi, penyusunan LKPD juga mempunyai tujuan tertentu. Berikut adalah tujuan penyusunan LKPD menurut Prastowo.

- 1) Menyajikan bahan ajar yang memudahkan peserta didik untuk berinteraksi dengan materi yang diberikan.
- 2) Menyajikan tugas-tugas yang meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap materi yang diberikan.
- 3) Melatih kemandirian belajar peserta didik.
- 4) Memudahkan pendidik dalam memberikan tugas kepada peserta didik. (Prastowo, 2011: 206)

Berdasarkan poin-poin di atas, dapat diketahui bahwa tujuan penyusunan LKPD adalah untuk memudahkan pendidik dan peserta didik dalam proses pembelajaran sehingga ketercapaian kompetensi maksimal. Selain itu, peserta didik juga dilatih untuk mandiri dan aktif.

Berdasarkan maksud dan tujuannya, LKPD dapat dikelompokkan menjadi beberapa bentuk. Berikut adalah beberapa bentuk LKPD menurut Prastowo (2012:209-211).

- 1) LKPD yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep. LKPD ini memuat apa saja yang harus dikerjakan peserta didik seperti melakukan, mengamati, atau menganalisis.
- 2) LKPD yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan. LKPD ini membimbing peserta didik untuk menerapkan konsep yang telah dipelajari dalam kehidupan sehari-hari.

- 3) LKPD yang berfungsi sebagai penuntun belajar. LKPD ini membimbing peserta didik untuk membaca buku karena jawaban dari pertanyaan yang ada dalam LKPD ada di dalam buku.
- 4) LKPD yang berfungsi sebagai penguatan. LKPD ini mengarahkan peserta didik untuk lebih mendalami dan menerapkan materi pembelajaran yang terdapat di dalam buku pelajaran.
- 5) LKPD yang berfungsi sebagai petunjuk praktikum. LKPD ini memuat petunjuk praktikum sebagai salah satu dari kontennya.

Peranan LKPD dalam pembelajaran penting, sehingga terdapat syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam penyusunan LKPD. Berikut adalah tiga syarat penyusunan LKPD menurut Salirawati (2004: 2-5).

- 1) Syarat didaktik, artinya LKPD harus mengikuti asas pembelajaran yang efektif, yaitu sebagai berikut.
 - a) Memperhatikan perbedaan individual, sehingga dapat digunakan untuk seluruh peserta didik.
 - b) Berfungsi sebagai panduan peserta didik untuk mencari tahu atau menekankan pada proses untuk menemukan konsep.
 - c) Memiliki variasi stimulus media dan kegiatan seperti menulis, menggambar, berdialog, menggunakan alat, menyentuh benda nyata, dll.
 - d) Memfasilitasi perkembangan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika pada diri peserta didik.

- e) Disusun berdasarkan tujuan pengembangan pribadi peserta didik bukan materi bahan pelajaran.
- 2) Syarat konstruksi, yaitu syarat yang berhubungan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa-kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan sehingga dapat dimengerti oleh peserta didik, yaitu sebagai berikut.
- a) Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kedewasaan peserta didik.
 - b) Struktur kalimat yang digunakan jelas.
 - c) Tata urutan pembelajaran sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik.
 - d) Menghindari pertanyaan yang terlalu terbuka. Pertanyaan disusun berdasarkan pada hasil pengolahan informasi oleh peserta didik.
 - e) Sember acuan sesuai dengan kemampuan keterbacaan peserta didik.
 - f) Memberikan ruang yang cukup untuk memberikan keleluasaan pada peserta didik untuk menulis, menjawab pertanyaan, menyantumkan grafik, atau menggambar pada LKPD.
 - g) Kalimat yang digunakan sederhana dan pendek.
 - h) Ilustrasi konkret lebih banyak digunakan daripada kata-kata.
 - i) Memiliki tujuan belajar yang jelas.
 - j) Mengandung unsur identitas meliputi nama, kelas, tanggal, kelompok, dan sebagainya.

3) Syarat teknis LKPD adalah sebagai berikut.

a) Tulisan

- (1) Jenis dan ukuran huruf jelas dibaca yaitu huruf cetak.
- (2) Menggunakan huruf tebal yang agak besar untuk topik.
- (3) Menggunakan tidak lebih dari 10 kata dalam satu baris.
- (4) Menggunakan bingkai untuk membedakan kalimat perintah dengan jawaban peserta didik.
- (5) Menyeraskan perbandingan ukuran huruf dengan ukuran gambar.

b) Gambar

Gambar yang digunakan dapat menyampaikan pesan. Dengan kata lain penggunaan gambar efektif pada pengguna LKPD.

c) Penampilan

Penampilan LKPD sebaiknya dibuat menarik, meliputi ukuran, desain tampilan sampul, serta tampilan isi dari segi tata letak dan ilustrasinya.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa terdapat tiga syarat utama yang perlu dipenuhi ketika mengembangkan LKPD, diantaranya adalah syarat didaktik, syarat konstruksi, dan syarat teknis. Syarat didaktik berkaitan dengan asas pembelajaran yang efektif. Syarat konstruksi yaitu syarat yang berhubungan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa-kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan penyampaian

yang dapat dimengerti oleh peserta didik. Syarat teknis mencakup syarat dari segi tulisan, gambar, dan penampilan. Syarat-syarat yang telah diuraikan di atas sebaiknya dipenuhi dalam penyusunan LKPD. Hal ini bertujuan agar LKPD dapat maksimal dalam menunjang proses pembelajaran sehingga tujuan pembelajaran tercapai.

Selain memiliki syarat, terdapat komponen-komponen yang harus ada dalam LKPD. Berikut adalah komponen-komponen LKPD menurut Suyanto, Paidi, & Wilujeng.

- 1) Nomor LKPD, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah guru mengenal dan menggunakannya. Misalnya untuk kelas 1, KD, 1 dan kegiatan 1, nomor LKPD-nya adalah LKPD 1.1.1. Dengan nomor tersebut guru langsung tahu kelas, KD, dan kegiatannya.
- 2) Judul Kegiatan, berisi topik kegiatan sesuai dengan KD, seperti Komponen Ekosistem.
- 3) Tujuan, adalah tujuan belajar sesuai dengan KD.
- 4) Alat dan bahan, jika kegiatan belajar memerlukan alat dan bahan, maka dituliskan alat dan bahan yang diperlukan.
- 5) Prosedur Kerja, berisi petunjuk kerja untuk siswa yang berfungsi mempermudah siswa melakukan kegiatan belajar.
- 6) Tabel Data, berisi tabel di mana siswa dapat mencatat hasil pengamatan atau pengukuran. Untuk kegiatan yang tidak memerlukan data, maka bisa diganti dengan kotak kosong di mana siswa dapat menulis, menggambar, atau berhitung.
- 7) Bahan diskusi, berisi pertanyaan-pertanyaan yang menuntun siswa melakukan analisis data dan melakukan konseptualisasi. Untuk beberapa mata pelajaran, seperti bahasa, bahan diskusi bisa berupa pertanyaan-pertanyaan yang bersifat refleksi. (Suyanto, Paidi, & Wilujeng, 2011: 3).

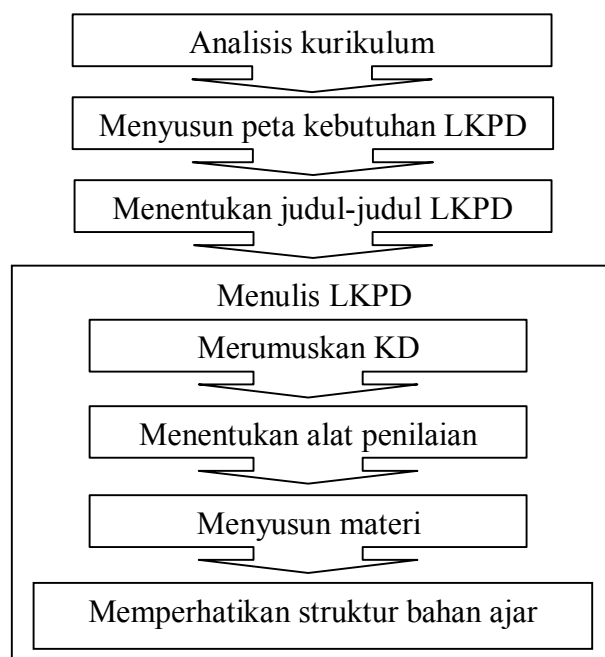
Berdasarkan poin-poin di atas, dapat diketahui bahwa LKPD memiliki komponen: nomor LKPD, judul kegiatan, tujuan pembelajaran, alat dan

bahan, prosedur kerja, tabel data/ kolom pengamatan/kolom pengukuran, dan bahan diskusi. Satu komponen lain yang dapat pula ditambahkan adalah kolom kesimpulan yang dapat pula diberi kalimat pertanyaan untuk memancing peserta didik.

Syarat penyusunan bahan ajar juga disampaikan oleh Depdiknas (2008: 28), bahwa komponen evaluasi dari suatu bahan ajar mencakup kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafikan yang diuraikan sebagai berikut.

- 1) Komponen kelayakan isi
 - a) Kesesuaian dengan SK, KD.
 - b) Kesesuaian dengan perkembangan anak.
 - c) Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar.
 - d) Kebenaran substansi materi pembelajaran.
 - e) Manfaat untuk penambahan wawasan.
 - f) Kesesuaian dengan nilai moral dan nilai-nilai sosial.
- 2) Komponen kebahasaan
 - a) Keterbacaan.
 - b) Kejelasan informasi.
 - c) Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar.
 - d) Pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien (jelas dan singkat).
- 3) Komponen penyajian
 - a) Kejelasan tujuan (indikator) yang ingin dicapai.
 - b) Urutan sajian.
 - c) Pemberian motivasi, daya tarik.
 - d) Interaksi (pemberian stimulus dan respon).
 - e) Kelengkapan informasi.
- 4) Komponen kegrafikan
 - a) Penggunaan font; jenis dan ukuran.
 - b) *Layout* atau tata letak.
 - c) Ilustrasi, gambar, foto.
 - d) Desain tampilan

Penyusunan LKPD membutuhkan langkah-langkah yang terstruktur. Gambar 3. adalah diagram alir penyusunan LKPD menurut Prastowo (2011: 212).



Gambar 3. Diagram Alir Penyusunan LKPD

Sumber: Prastowo (2011: 212)

Berdasarkan diagram pada Gambar 3, dapat diketahui bahwa langkah pertama penyusunan LKPD adalah analisis kurikulum. Tujuan dari tahap analisis kurikulum adalah untuk menentukan materi yang memerlukan LKPD. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam langkah ini adalah materi pokok, pengalaman belajar, materi yang akan diajarkan, dan kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik. Langkah selanjutnya adalah menyusun peta kebutuhan LKPD untuk mengetahui urutan penyusunan LKPD dan jumlah LKPD yang dibutuhkan. Setelah peta kebutuhan tersusun, judul LKPD ditentukan sebelum memulai

menulis LKPD. Penulisan LKPD diawali dengan merumuskan KD yang diturunkan dari Kurikulum 2013. Kemudian alat penilaian yang akan digunakan ditentukan. Setelah itu materi yang akan dicantumkan di LKPD disusun berdasarkan kompetensi yang harus dicapai peserta didik. Penyusunan LKPD harus memperhatikan struktur bahan ajar diantaranya judul, petunjuk penggunaan, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas dan langkah kerja, serta penilaian.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan bahan ajar yang dapat dirancang dengan memuat pedoman pelaksanaan kegiatan yang terstruktur dari guru ke peserta didik. LKPD dirancang agar peserta didik terfasilitasi untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran dalam menemukan konsep. Pedoman ini dirancang oleh guru dan disesuaikan dengan komponen LKPD yang meliputi nomor LKPD, judul kegiatan, tujuan pembelajaran, alat dan bahan, prosedur kerja, tabel data/kolom pengamatan/kolom pengukuran, dan bahan diskusi, serta kolom kesimpulan.

b. LKPD Berbasis SETS dengan Metode *Outdoor Learning*

LKPD berbasis SETS dengan metode *outdoor learning* merupakan bahan ajar yang dapat dirancang dengan memuat pedoman pelaksanaan kegiatan yang terstruktur dari guru ke peserta didik. LKPD dirancang agar peserta didik terfasilitasi untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran dalam menemukan konsep. Pedoman ini dirancang oleh guru dan

disesuaikan dengan komponen LKPD yang meliputi nomor LKPD, judul kegiatan, tujuan pembelajaran, alat dan bahan, prosedur kerja, tabel data/kolom pengamatan/kolom pengukuran, dan bahan diskusi, serta kolom kesimpulan.

LKPD berbasis SETS dengan metode *outdoor learning* disusun dengan memperhatikan syarat penyusunan LKPD dan komponen evaluative. Komponen evaluative meliputi komponen kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Komponen kelayakan isi ditinjau dari aspek kesesuaian materi dengan KI dan KD, kebenaran substansi materi pembelajaran, manfaat untuk penambahan wawasan, penekanan pada SETS dengan metode *outdoor learning*, penekanan *science process skill*, dan penekanan sikap peduli lingkungan. Komponen kebahasaan ditinjau dari aspek penggunaan Bahasa Indonesia yang baik dan benar serta penggunaan kalimat yang tepat. Komponen penyajian ditinjau dari aspek penyajian kegiatan pembelajaran yang berurutan dan sistematis, penyajian pertanyaan, penyajian materi menimbulkan suasana menyenangkan. Sedangkan komponen kegrafikan ditinjau dari aspek desain tampilan, konsistensi tulisan, dan penggunaan gambar yang tepat. Berdasarkan uraian di atas maka disusun kisi-kisi penyusunan LKPD berbasis SETS dengan metode *outdoor learning* yang terlampir pada Lampiran 2.1 halaman 238.

7. Kajian Keilmuan

Kehidupan manusia tergantung pada keadaan lingkungan alam. Wardhana (2004: 5) menyatakan bahwa kemampuan alam untuk mendukung kehidupan manusia disebut daya dukung alam. Nilai dari daya dukung alam dapat berubah setiap waktu serta bergantung pada perkembangan ilmu pengetahuan teknologi, dan kemajuan industri. Daya dukung alam meliputi segala kekayaan alam baik yang berada di permukaan bumi maupun di perut bumi.

Daya dukung alam terbentuk dari serangkaian proses yang memerlukan waktu yang sangat lama (ratusan bahkan ribuan juta tahun). Wardhana (2004: 10) menyatakan bahwa secara teoritis, bisa terjadi kerusakan pada daya dukung alam, maka dengan seharusnya akan terjadi daur ulang pemulihan secara alami. Meski demikian pemulihan membutuhkan waktu yang lama pula. Oleh karena itu, pemanfaatan daya dukung alam perlu mempertimbangkan aspek kelestarian serta penanggungan dampak-dampak negatif yang ditimbulkan. Pemanfaatan daya dukung alam yang tidak mempertimbangkan kemampuan alam untuk mendaur ulang atau memulihkan dirinya sendiri dapat menyebabkan pencemaran atau polusi.

Polusi oleh Singh (2006: 161), didefinisikan sebagai *undesirable change in the physical, chemical or biological characteristics of air, water and land that may be harmful to human life and other animals, living conditions, industrial processes and cultural assets*. Singh mendefinisikan

polusi sebagai perubahan yang tidak diinginkan baik dari segi fisika, kimia, maupun biologi pada karakteristik udara, air, dan tanah yang mungkin dapat membahayakan kehidupan manusia, hewan, organisme lain, serta proses industri maupun pertanian.

Kehadiran bahan atau zat asing di dalam lingkungan dalam jumlah tertentu dan dalam waktu yang cukup lama dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup. EPA (2008: 3) juga mendefinisikan sebagai *the release of harmful substances called pollutants into the environment*. Polusi menurut EPA merupakan masuknya polutan atau bahan-bahan berbahaya ke dalam lingkungan baik air, udara, maupun tanah.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa polusi merupakan masuknya polutan (bahan asing, berbahaya, dan tidak diinginkan) ke dalam lingkungan sehingga menimbulkan perubahan dari segi kimia, fisik, maupun biologis. Masuknya polutan ke dalam lingkungan dapat membahayakan kehidupan manusia, hewan, organisme lain, serta proses industri maupun pertanian yang ada. Dengan kata lain, masuknya polutan dapat menurunkan atau bahkan merusak daya dukung alam baik dari segi tanah, udara, maupun air.

Secara umum, kerusakan daya dukung alam disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal berasal dari kerusakan yang berasal dari dalam bumi atau alam itu sendiri, bersifat alami, dan sulit dicegah. Faktor eksternal berasal dari kerusakan akibat ulah manusia

untuk meningkatkan kualitas dan kenyamanan hidupnya. Kerusakan daya dukung alam karena pencemaran dapat terjadi pada air, udara, dan tanah.

a. Pencemaran Air

Usaha pemenuhan kebutuhan hidup manusia tidak dipungkiri dapat mencemari perairan. Wardhana (2004: 75) menyatakan bahwa air dapat dikatakan tercemar apabila air tersebut telah menyimpang dari keadaan normalnya. Namun, kemurnian air tidak serta merta menentukan tercemar atau tidaknya air. Keadaan normal air tergantung pada faktor kegunaan air serta faktor sumber air. Kegunaan air meliputi: air minum, air keperluan rumah tangga, industri, pengairan sawah, pengairan kolam perikanan, dll; sedangkan asal sumber air meliputi: mata air di pegunungan, danau, sungai, sumur, hujan, dll.

Keadaan air yang menyimpang dari keadaan normalnya dapat mengganggu fungsi air. Wardhana (2004: 74) menyatakan bahwa limbah (baik padatan maupun cairan) yang masuk ke air lingkungan menyebabkan terjadinya penyimpangan dari keadaan normal air dan ini berarti suatu pencemaran. Dengan kata lain, pencemaran air adalah terjadinya penyimpangan keadaan normal air karena masuknya bahan asing/limbah sehingga air tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Air tercemar dapat diamati dengan tanda-tanda/indikator. Indikator bahwa air di lingkungan telah tercemar menurut Wardhana (2004: 75-78) adalah dengan mengamati perubahan pada aspek-aspek berikut.

1) Perubahan suhu air

Baik air panas maupun air dingin yang masuk ke dalam perairan akan mempengaruhi suhu alami perairan. Hal ini dapat menyebabkan terganggunya kelangsungan hidup organisme perairan.

2) Perubahan pH atau konsentrasi ion hidrogen

Air normal memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH berkisar antar 6,5-7,5. Perubahan pH air karena masuknya limbah/bahan buangan ke dalam perairan dapat mengganggu kehidupan organisme di dalamnya.

3) Perubahan warna, bau dan rasa air

a.) Perubahan warna dapat dikarenakan oleh larutnya bahan anorganik maupun degradasi bahan buangan dalam air. Namun air yang tercemar dan mengalami perubahan warna bukan berarti selalu lebih berbahaya dari air tercemar yang tidak mengalami perubahan warna. Seringkali bahan buangan yang mengandung zat berbahaya tidak memberikan perubahan warna air sehingga air tetap terlihat relatif jernih.

b.) Timbulnya bau yang tidak sedap. Bau berasal dari bahan buangan atau limbah secara langsung atau hasil degradasinya oleh mikroorganisme di dalam air. Timbulnya bau dapat dikatakan mutlak sebagai tanda terjadinya tingkat pencemaran air yang tinggi.

c.) Perubahan rasa air dapat terjadi karena pelarutan garam-garaman atau ion-ion logam. Pelarutan tersebut dapat mengubah ion hidrogen di dalam air sehingga terjadi perubahan pH air.

4) Timbulnya endapan, koloidal, dan bahan terlarut

Timbulnya endapan, koloidal, dan bahan terlarut yang dapat disebabkan oleh bahan buangan padat. Bahan buangan padat yang tidak larut sempurna akan mengendap di dasar perairan sedangkan bahan buangan yang dapat larut sebagian akan melayang atau menjadi koloidal. Koloidal yang terbentuk menghambat masuknya cahaya matahari ke dalam perairan padahal cahaya matahari sangat diperlukan untuk fotosintesis tumbuhan air. Selain itu, bahan anorganik yang terlarut dalam air menyebabkan air mengandung tambahan ion-ion logam yang dapat menjadi racun.

5) Mikroorganisme

Degradasi bahan buangan organik menjadi senyawa membutuhkan mikroorganisme sebagai agen pengurai. Jumlah mikroorganisme bertambah apabila jumlah bahan buangan organik yang terkandung di dalam air banyak. Pertambahan jumlah atau perkembangbiakan mikroorganisme ini tidak menutup kemungkinan bahwa mikroorganisme patogen ikut berkembang. Munculnya mikroorganisme patogen dalam perairan dapat menyebabkan penyakit jika air tersebut digunakan.

Indikator pencemaran air dapat dibagi menjadi tiga parameter, yaitu parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika meliputi warna, suhu, bau, rasa, endapan, koloid dan bahan terlarut. Parameter kimia meliputi pH. Parameter biologi meliputi mikroorganisme.

Indikator pencemaran air erat kaitannya dengan komponen pencemaran air atau polutan. Komponen pencemaran air menentukan bagaimanakah indikator muncul. Berikut adalah komponen-komponen pencemar air menurut Wardhana (2004: 78-90).

- 1) Bahan buangan padat
 - a.) Pelarutan bahan buangan padat oleh air
 - b.) Pengendapan bahan buangan padat di dasar air
 - c.) Pembentukan koloidal yang melayang di dalam air
- 2) Bahan buangan organik
- 3) Bahan buangan anorganik
- 4) Bahan buangan cairan berminyak
- 5) Bahan buangan zat kimia
 - a.) Sabun (deterjen, sampo, dan bahan pembersih lainnya)
 - b.) Bahan pemberantas hama (insektisida)
 - c.) Zat warna kimia
 - d.) Larutan penyamak kulit

Pencemaran air dapat mempengaruhi kadar oksigen dalam air yang dapat berdampak pada kelangsungan organisme perairan. Seluruh hewan,

tumbuhan, dan mikroorganisme aerobik membutuhkan oksigen terlarut di dalam air (DO/*dissolved oxygen*) baik untuk respirasi maupun mendekomposisi organisme yang mati. Oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen dari udara ke air maupun dari hasil fotosintesis tumbuhan air atau mikroorganisme yang memiliki pigmen klorofil. Namun apabila terjadi pencemaran air, proses tersebut dapat terganggu sehingga mempengaruhi kelangsungan hidup organisme air.

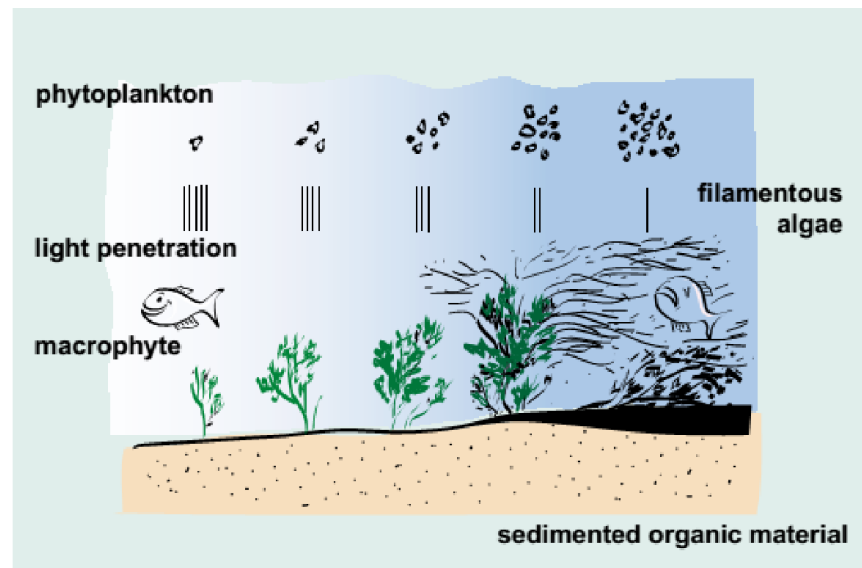
Salah satu penyebab berubahnya kadar oksigen terlarut dalam air adalah eutrofikasi. Volterra & Boualam (2002: 5) menyatakan bahwa eutrofikasi adalah *an accelerated growth of algae on higher forms of plant life caused by the enrichment of water by nutrients, especially compounds of nitrogen and/or phosphorus and inducing an undesirable disturbance to the balance of organisms present in the water and to the quality of the water concerned*. Titik tekannya adalah eutrofikasi merupakan pengayaan nutrisi (berupa nitrogen, fosfor, dan material lain) di lingkungan perairan sehingga menyokong pertumbuhan alga/ganggang secara masif. Peristiwa ini mempengaruhi keseimbangan ekosistem air dan kualitas air.

Perairan yang normal (tidak terjadi eutrofikasi) dapat memfasilitasi pertumbuhan tumbuhan air dengan baik, jumlah ganggang terkontrol, dan hewan air dapat tumbuh dan berkembang secara baik. Namun, setelah jumlah nutrisi di perairan meningkat (terjadi eutrofikasi), organisme seperti ganggang dapat tumbuh lebih cepat dan banyak (*blooming algae*)

atau bahkan memunculkan spesies baru. Tingginya populasi ganggang dan spesies baru tersebut menyebabkan kompetisi untuk mendapatkan oksigen di perairan. Semakin banyak organisme di perairan, maka semakin tinggi kebutuhan oksigen.

Pertumbuhan alga juga mempengaruhi penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan. Volterra & Boualam (2002: 10) menyatakan bahwa *free-floating algae, and phytoplankton will prevent a large proportion of the light from reaching the bottom*. Titik tekannya adalah banyaknya alga/ganggang yang berada di perairan akan menghalangi cahaya matahari mencapai dasar perairan. Akibatnya tumbuhan yang ada di dasar air tidak dapat melangsungkan fotosintesis sehingga produksi oksigen turun.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa eutrofikasi menyebabkan penurunan kadar oksigen baik melalui turunnya produksi oksigen oleh tumbuhan maupun tingginya konsumsi oksigen oleh organisme air. Banyak organisme mati karena kekurangan oksigen. Semakin banyak organisme yang mati maka semakin banyak kebutuhan oksigen untuk mendekomposisi sisa makhluk hidup tersebut. Hanya spesies dengan kebutuhan oksigen sangat rendah yang dapat bertahan. Pada akhirnya, tidak ada oksigen dan makhluk hidup yang tersisa ditandai dengan munculnya bau menyengat seperti telur busuk. Gambar 4 menunjukkan dampak eutrofikasi secara skematis.



Gambar 4. Dampak Eutrofikasi terhadap Ekosistem Perairan
Sumber gambar: Volterra & Boualam (2002: 10)

Gambar 4. menunjukkan perubahan kondisi perairan sebelum dan setelah terjadinya eutrofikasi. Sebelum terjadi eutrofikasi, jumlah ganggang sedikit sehingga tidak menghalangi penetrasi cahaya matahari. Akibatnya fotosintesis lancar dan jumlah oksigen cukup sehingga hewan dapat hidup dengan baik. Setelah terjadi eutrofikasi, tumbuhan air dan ganggang semakin subur. Ganggang yang semakin banyak menghalangi penetrasi cahaya matahari. Semakin banyak nutrisi yang masuk ke perairan semakin banyak dan subur ganggang serta tumbuhan air. Namun penetrasi cahaya matahari semakin rendah sehingga tumbuhan air tidak dapat berfotosintesis. Kadar oksigen di dalam perairan semakin sedikit karena jumlah organisme di air semakin banyak. Akibatnya hewan-hewan dan organisme mati karena tidak mendapatkan cukup oksigen. Banyaknya sisa makhluk hidup yang mati menyebabkan tingginya kebutuhan oksigen

untuk proses dekomposisi. Pada akhirnya tidak tersedia lagi oksigen di perairan sehingga tidak ada makhluk hidup yang dapat bertahan hidup di dalamnya.

b. Pencemaran Udara

Pencemaran udara menurut Wardhana (2004; 27) diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Pan & Wang (2015: 951) menyatakan bahwa *air pollution is generally considered an accumulation in the atmosphere of substances that, in sufficient concentrations resulting from excessive anthropogenic emissions and natural sources, endanger human health and the environment*. Titik tekan dari pernyataan tersebut adalah pencemaran air adalah keadaan dimana terakumulasinya bahan-bahan asing di atmosfer sehingga berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. WHO (dalam Singh, 2006: 162) menyatakan bahwa pencemaran udara adalah *the presence of materials in the air in such concentration which are harmful to man and his environment*. Penekanan pada pernyataan tersebut adalah pencemaran udara merupakan keadaan dimana keberadaan bahan-bahan di dalam udara berada pada tingkat yang membahayakan kesehatan manusia dan lingkungannya.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa pencemaran udara merupakan keadaan dimana masuknya bahan-bahan asing ke dalam

udara dan terakumulasi di atmosfer sehingga menyebabkan perubahan baik dari segi kimia, fisik, maupun biologis. Perubahan karena akumulasi bahan-bahan di udara sampai pada kadar tertentu tersebut dapat membahayakan manusia maupun lingkungan.

Wardhana, (2004: 28) mengklasifikasikan penyebab pencemaran udara secara umum menjadi dua macam yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal terjadi secara alami seperti debu yang beterbangan akibat tiupan angin, erupsi gunung berapi, proses pembusukan sampah organik, dll. Faktor eksternal terjadi karena aktivitas manusia diantaranya adalah hasil pembakaran bahan bakar fosil, debu/serbuk dari kegiatan industri, dan pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara.

Singh (2006: 162) mengklasifikasikan sumber pencemaran udara menjadi beberapa bagian. Pertama, emisi pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara berupa karbon dioksida (CO_2) maupun sulfur oksida. Kedua, emisi kendaraan bermotor berupa CO, hidrokarbon yang tidak sempurna terbakar, dan nitrogen oksida. Ketiga, emisi pembakaran di industri berupa debu dan gas berbahaya seperti CO, SO_3 , serta NO_x . Keempat, emisi dari aktivitas alam seperti hembusan angin, pembusukan, erupsi gunung berapi, geyser, dan mata air panas.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa sumber pencemaran udara dapat berasal dari aktivitas manusia seperti industri,

penggunaan bahan bakar, pembangkitan energi listrik, dan transportasi serta aktivitas alam seperti erupsi gunung berapi, geyser, dan mata air panas. Polutan udara dapat berupa partikel debu maupun gas. Contoh gas yang dapat mencemari udara diantaranya adalah CO, CO₂, SO_x, NO_x, dan hidrokarbon.

EPA mengkategorikan empat polutan udara yang utama, yaitu ozon, partikel, karbon monoksida, dan sulfur dioksida. Keempat polutan utama tersebut menjadi indikator dalam menentukan kualitas udara di suatu wilayah. Sejalan dengan EPA, Wardhana mengklasifikasikan komponen pencemar udara menjadi karbon monoksida, nitrogen oksida, belerang oksida, dan hidrokarbon. Berikut adalah uraian mengenai sumber polutan udara menurut EPA yang dikombinasikan dengan pendapat Wardhana.

1) Ozon

Terdapat dua jenis ozon, pertama adalah ozon yang terbentuk alami di aktosfer bumi dan ozon yang merupakan hasil reaksi cahaya matahari dengan polutan seperti gas buangan kendaraan bermotor, pembangkit listrik, industri dan sumber polutan lainnya. Ozon jenis kedua ini berbahaya jika terhirup oleh makhluk hidup.

2) Partikel

Partikel dapat diartikan sebagai bahan pencemar yang dapat berada bersama dengan bahan/ bentuk pencemar lainnya. Partikel

dapat berupa padatan maupun cairan. Klasifikasi partikel tertera pada Tabel 11.

3) Karbon monoksida (CO)

Wardhana (2004: 41) menyatakan bahwa karbon monoksida merupakan gas tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan bisa berbentuk cair pada suhu kurang dari -192 derajat celcius. Karbon monoksida berasal dari pembakaran tidak sempurna bahan bakar fosil, industri, serta dapat terbentuk secara alami yaitu dari gunung berapi dan proses biologi.

Tabel 11. Macam Bentuk Partikel

Macam	Deskripsi
<i>Aerosol</i>	Partikel yang terhambur dan melayang di udara
<i>Fog/ kabut</i>	Aerosol yang berupa butiran-butiran air di udara
<i>Smoke/asap</i>	Aerosol yang berupa campuran antara butir padatan dan cairan yang terhambur melayang di udara.
<i>Dust/debu</i>	Aerosol yang berupa butiran padat yang terhambur dan melayang di udara karena adanya hembusan angin.
<i>Mist</i>	Mirip dengan kabur, penyebabnya adalah butiran zat cair yang terhambur dan melayang di udara (bukan air).
<i>Fume</i>	Mirip dengan asap. Penyebabnya adalah aerosol yang berasal dari kondensasi uap panas (khusus uap logam)
<i>Plume</i>	Asap yang keluar dari cerobong asap suatu industri (pabrik)
<i>Haze</i>	Setiap bentuk aerosol yang mengganggu pandangan di udara
<i>Smog</i>	Bentuk campuran antara <i>smoke</i> dan <i>fog</i> .
<i>Smaze</i>	Bentuk campuran antara <i>smoke</i> dan <i>haze</i> .

Sumber: Wardhana, (2004: 57)

4) Sulfur dioksida (SO_x)

Sulfur dioksida dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur seperti batu bara dan minyak bumi. Sumber ini seringkali digunakan pada stasiun pembangkit listrik, pabrik pengolahan bahan mentah, dan industri logam.

Sulfur dioksida disebut dengan SO_x karena terdiri dari gas SO_2 dan gas SO_3 yang memiliki perbedaan sifat. Gas SO_2 berbau tajam dan tidak mudah terbakar. Gas SO_3 sangat reaktif (mudah bereaksi) dengan uap air di udara membentuk asam sulfat (H_2SO_4) yang sangat reaktif. Gas SO_2 lebih banyak dihasilkan tetapi apabila bertemu dengan oksigen di udara akan membentuk SO_3 . Udara yang mengandung uap air akan bereaksi dengan SO_2 maupun SO_3 menjadi asam sulfit atau asam sulfat yang mengakibatkan hujan asam.

5) Nitrogen oksida (NO_x)

Disebut dengan NO_x karena terdiri dari gas NO_2 dan gas NO yang memiliki perbedaan sifat. Gas NO_2 berwarna merah kecoklatan dan berbau tajam menyengat sedangkan gas NO tidak berwarna dan tidak berbau, asal dari gas NO_x adalah generator pembangkit listrik atau mesin dengan bahan bakar gas alam. Keberadaan NO_x di udara dapat dipengaruhi oleh sinar matahari yang mengikuti daur reaksi fotolitik NO_2 .

6) Hidrokarbon

Hidrokarbon merupakan zat yang penyusun utamanya adalah atom karbon dan hidrogen yang terikat (tersusun) secara ikatan lurus (ikatan rantai) atau secara ikatan tertutup (ikatan cincin). Hidrokarbon merupakan penyusun bahan bakar. Wardhana (2004: 54) menyatakan bahwa dalam keadaan ideal (stoikiometris), pembakaran hidrokarbon

hanya menghasilkan CO₂ dan H₂O. Namun keadaan pembakaran ideal pada hidrokarbon sulit dipenuhi. Akibatnya hidrokarbon dapat langsung dilepaskan ke lingkungan bersamaan dengan emisi pembakaran yang lain atau rantai hidrokarbon terpotong dan memungkinkan terjadinya reaksi dengan zat lain seperti NO_x maupun O₂ di udara. Hidrokarbon dapat berupa gas, cairan, kabut minyak, maupun padatan (gumpalan debu) tergantung pada jumlah atom C dalam ikatannya.

Polutan dapat berpindah maupun terakumulasi di udara dan kemudian turun ke permukaan bumi. EPA (2008: 3) bahwa *when airborne pollutants fall to the earth, or deposit, it is called deposition*. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat diketahui bahwa jatuhnya polutan dari atmosfer ke permukaan bumi disebut deposisi. Pan & Wang (2015: 951) menyatakan bahwa deposisi merupakan suatu proses alami yang dapat membantu penghilangan polutan dari atmosfer. Berdasarkan uraian tersebut dapat diketahui bahwa deposisi merupakan peristiwa penghilangan polutan dari atmosfer melalui jatuhnya polutan di udara ke bumi atau terdeposisi.

Deposisi terbagi menjadi dua, yaitu deposisi kering dan deposisi basah.

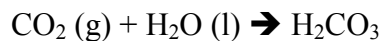
1.) Deposisi kering

EPA (2008: 7) menyatakan bahwa deposisi kering adalah *the falling of small particles and gases to the earth without rain or snow*. Deposisi kering merupakan peristiwa jatuhnya partikel kecil dan gas ke bumi tanpa bantuan hujan ataupun salju.

2.) Deposisi basah

Zheng (2005: 124) adalah *particles and gases are removed mainly by precipitations*. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat diketahui bahwa deposisi basah adalah peristiwa jatuhnya polutan di udara melalui presipitasi. EPA (2008: 7) menyatakan bahwa presipitasi adalah proses *water falling to the earth. Mist, sleet, rain, hail, fog, and snow are the most common kinds of precipitation*. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat diketahui bahwa deposisi basah merupakan jatuhnya polutan dari udara ke permukaan bumi melalui presipitasi, yaitu dalam bentuk kabut, hujan, salju, maupun bentuk lainnya.

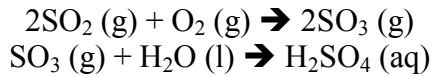
Hujan pada dasarnya bersifat asam karena campuran uap air dengan CO₂ di atmosfer menghasilkan asam karbonat seperti reaksi berikut.



Terbentuknya asam karbonat membuat pH air hujan berkisar dari 5,6-6 atau bersifat asam. Namun karena air hujan bereaksi dengan gas NO_x dan SO₂ akibat terjadinya polusi udara sehingga menghasilkan asam

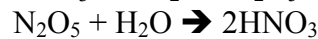
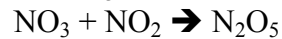
nitrat dan asam sulfat, presipitasi menjadi lebih asam ($\text{pH} < 5,6$).

Berikut adalah reaksi terbentuknya asam sulfat dan asam nitrat.



Reaksi pembentukan asam sulfat

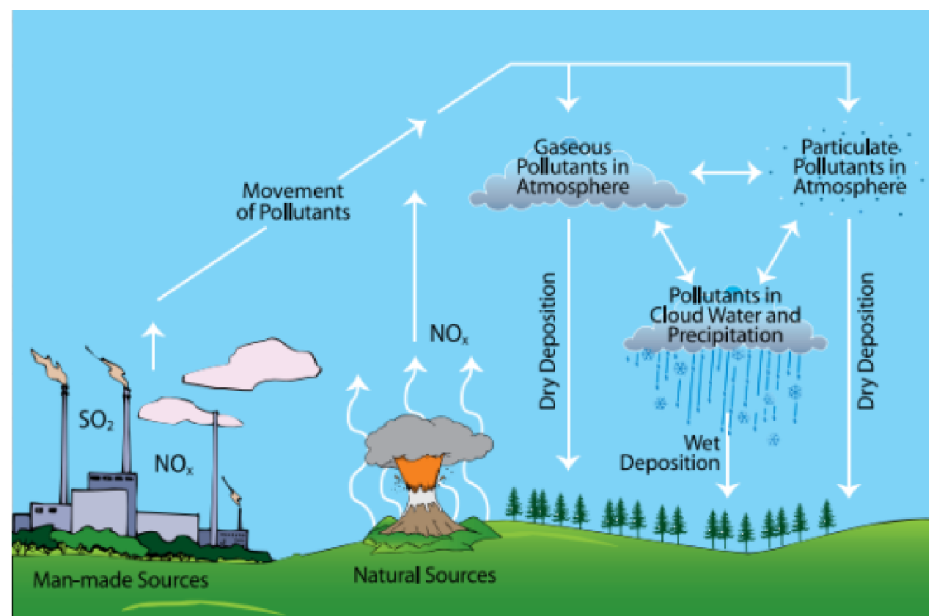
Sumber: Hewitt, Lyons, Suchocki, Yeh. (2007: 274)



Reaksi pembentukan asam sulfat

Sumber: Singh (2006: 204-205).

Terjadinya deposisi basah (bersifat asam) dan deposisi kering diilustrasikan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Proses Deposisi Basah dan Deposisi Kering
Sumber gambar: EPA (2008: 8)

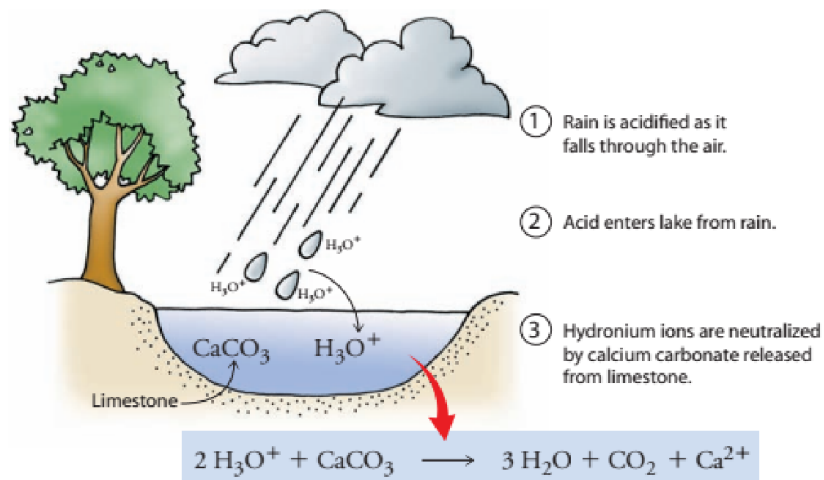
Gambar 5. menunjukkan bahwa zat-zat pencemar dari aktivitas manusia maupun aktivitas alam berpindah karena terbawa angin dan terakumulasi di atmosfer dalam bentuk kumpulan gas maupun partikel-

partikel. Polutan-polutan tersebut dapat turun langsung ke permukaan bumi (deposisi kering) maupun melalui hujan dan salju atau presipitasi (deposisi basah). Presipitasi bersifat asam karena gas NO_x dan SO_2 yang beraksi dengan air maupun cahaya matahari membentuk asam nitrat dan asam sulfat.

Hujan asam berakibat buruk pada berbagai aspek, diantaranya adalah ekosistem, organisme, dan benda-benda. Berikut adalah dampak-dampak yang ditimbulkan hujan asam menurut EPA (2008: 9-13).

1) Organisme

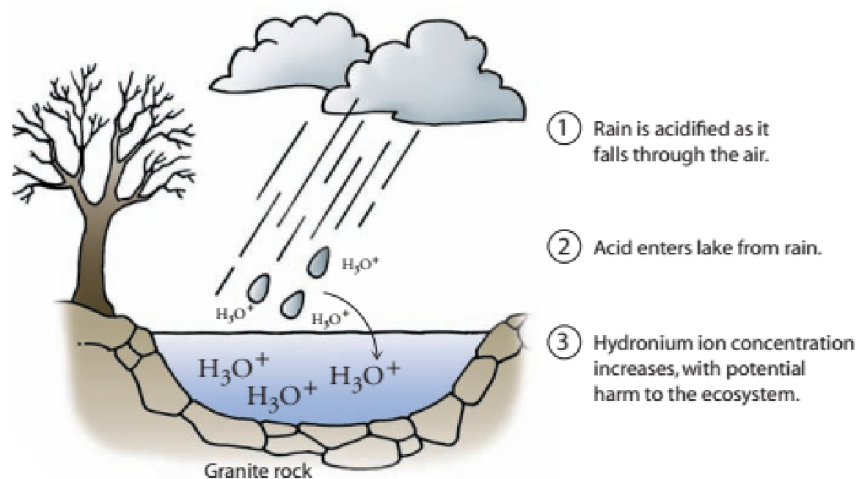
Tanah yang mengandung batu kapur (*limestone*) relatif lebih tahan terhadap hujan asam. Kandungan kalsium karbonat dalam batu kapur dilepaskan untuk menetralkan hujan asam seperti yang dijelaskan pada Gambar 6. Penetralkan hujan asam oleh kalsium karbonat melindungi tumbuhan dan ekosistem dari kerusakan. Namun, lepasnya kalsium karbonat dari batu kapur menyebabkan tanah/daratan kehilangan kalsium yang dibutuhkan tanaman. Lama kelamaan, hilangnya kalsium dari tanah menyebabkan tidak suburnya tanaman.



Gambar 6. Dampak Hujan Asam pada Sumber Air yang Mengandung Batu Kapur

Sumber: Hewitt, Lyons, Suchocki, Yeh. (2007: 275)

Ketahanan tanah tanpa kandungan kapur (misal batu granit) terhadap hujan asam lebih rendah. Gambar 7. Menjelaskan bahwa ion hidrogen yang bersifat asam terus terakumulasi dan menjadikan lingkungan semakin asam. lingkungan yang terlalu asam dapat membahayakan ekosistem.



Gambar 7. Dampak Hujan Asam pada Sumber Air yang Tidak Mengandung Batu Kapur

Sumber: Hewitt, Lyons, Suchocki, Yeh. (2007: 275)

2) Benda

Hujan asam dapat mempercepat terjadinya kerusakan benda-benda tersebut. Hujan asam dapat mengorosi benda yang terbuat dari logam dan dapat bereaksi dengan batu kapur sehingga merusak bentuk benda maupun mengurangi nilai fungsinya.



Gambar 8. Obelisk Sebelum dan Sesudah Terpapar Hujan Asam
Sumber gambar: Hewitt, Lyons, Suchocki, Yeh. (2007: 274).



Gambar 9. Perbandingan Foto Patung Sebelum (1908) dan Sesudah (1968) Terpapar Hujan Asam
Sumber gambar: EPA (2008: 13).

c. Pencemaran Tanah/Pencemaran Daratan

Tanah atau daratan pada umumnya harus dapat memberikan daya dukung bagi kehidupan manusia, seperti untuk pertanian, peternakan, kehutanan, pemukiman, pertambangan, dll. Namun daya dukung tanah atau daratan dapat menurun apabila terjadi pencemaran tanah atau pencemaran daratan. Pencemaran daratan menurut Wardhana (2004: 97) diartikan sebagai adanya bahan-bahan asing, baik bersifat organik maupun bersifat anorganik, berada di permukaan tanah yang menyebabkan daratan menjadi rusak, tidak dapat memberikan daya dukung bagi kehidupan manusia. Daratan dikatakan mengalami pencemaran apabila bahan-bahan asing terdapat di daratan dalam waktu yang lama sehingga menimbulkan gangguan terhadap kehidupan manusia, hewan, maupun tanaman. EPA (2012:1) menyatakan bahwa *land pollution is the degradation of land surface caused by human activities*. Titik tekannya adalah bahwa pencemaran daratan merupakan degradasi permukaan daratan/permukaan tanah akibat aktivitas manusia.

Berdasarkan dua pendapat di atas pengertian pencemaran tanah dapat disimpulkan sebagai berikut. Pencemaran daratan atau pencemaran tanah merupakan masuknya bahan-bahan asing (polutan tanah) ke dalam tanah baik organik maupun anorganik dalam waktu yang lama sehingga menurunkan kualitas tanah dan mempengaruhi kehidupan manusia, hewan, maupun tumbuhan.

Polutan tanah menurut EPA (2012: 1) diantaranya adalah *oil refineries, industrial factories, pesticides, chemical fertilizers and herbicides used in farming, littering, illegal dumping, landfills, human sewage, oil and antr-freezing leaking from cars*. Titik tekannya adalah polutan tanah dapat berupa minyak, limbah pabrik, pestisida, pupuk kimia, sampah, tempat pembuangan sampah, dan limbah rumah tangga. Wardhana (2004: 99-101) mengklasifikasikan polutan pencemaran daratan menjadi dua, yaitu polutan yang berasal dari aktivitas alam (faktor internal) dan polutan yang berasal dari aktivitas manusia (faktor eksternal). Polutan dari faktor internal diantaranya adalah debu, pasir, batu, dan bahan vulkanik yang berasal dari letusan gunung berapi. Polutan dari faktor eksternal diantaranya adalah kertas, limbah bahan makanan, gelas, logam (besi), plastik, kayu, karet dan kulit, kain (serat tekstil), serta logam lainnya (aluminium).

B. Hasil Penelitian yang Relevan

Berikut adalah beberapa hasil penelitian yang relevan dan dapat dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini.

1. Yager (2009), hasil penelitian menunjukkan kelas yang menggunakan *STS approach* dan *textbook approach* tidak mengalami perbedaan dalam domain konsep (concept domain) namun perbedaan yang signifikan terjadi pada aspek proses, aplikasi, kreativitas, sikap, dan *worldview* (pandangan dunia).

2. Tessarani (2016), hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan SETS berpengaruh terhadap keterampilan proses IPA sebesar 42,7%.
3. Isnahuriyawati (2016), penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan peningkatan motivasi dan keterampilan berpikir kritis peserta didik antara kelas *indoor* dan *outdoor learning* berbasis masalah.
4. Amylia & Setyowati (2014), hasil penelitiannya adalah *outdoor learning* berpengaruh terhadap kemampuan mengenal konsep bilangan anak kelompok A di TK Tunas Harapan Menongo Sukodadi Lamongan.
5. Pargusta (2016), hasil penelitian menunjukkan pendekatan pembelajaran lingkungan efektif untuk meningkatkan sikap peduli lingkungan yang ditunjukkan dengan perolehan nilai rata-rata *gain score* sikap peduli lingkungan kelas eksperimen sebesar 0,52 sedangkan kelas kontrol sebesar 0,37.

C. Kerangka Berpikir

Guru sebagai pendidik profesional bertugas untuk mendidik peserta didik, yaitu dengan cara membuat peserta didik untuk belajar berdasarkan pengalaman dan dengan caranya sendiri. Selain itu, guru juga bertugas untuk memotivasi, membimbing, mengarahkan, menilai, dan mengevaluasi peserta didik. Tugas guru tersebut tidak terlepas dari kurikulum 2013 yang berlaku di Indonesia.

Kurikulum 2013 menekankan pada keterpaduan KI, KD, materi, kegiatan, indikator, penilaian, dan sumber belajar dalam satu keutuhan

pengalaman belajar serta pada tiga domain pembelajaran (afektif, kognitif, dan psikomotor). Kemdikbud mengatur bahwa pembelajaran IPA merupakan pembelajaran melalui pengalaman langsung sehingga peserta didik dapat menjadi pembelajar aktif dan menemukan sendiri konsep-konsep secara menyeluruh, bermakna, serta autentik.

Meski telah menggunakan Kurikulum 2013, fakta di SMP N 1 Paliyan menunjukkan pembelajaran yang dilaksanakan di SMP cenderung fokus pada kognitif (pengetahuan) dan pembelajaran di kelas lebih cenderung pada *teacher centered learning*. Semua materi dapat tersampaikan dengan *teacher centered learning* dan fokus pada kognitif, tetapi tujuan pembelajaran tidak tercapai seluruhnya terutama dari domain sikap dan keterampilan.

Pembelajaran yang dilakukan di SMP cenderung tidak mengaplikasikan 5M sehingga membuat peserta didik belum terbiasa menggunakan metode ilmiah. Akibatnya, *science process skill* aspek *observing, measuring, predicting*, dan *communicating* belum terasah padahal perannya sangat penting dalam menunjang keaktifan pada aktivitas belajar. Guru yang cenderung memberikan materi juga menyebabkan peserta didik menjadi kurang aktif dan terbiasa menerima pengetahuan langsung dari guru. Peserta didik menjadi kehilangan kesempatan untuk mengonstruksi sendiri pengetahuannya.

Peserta didik juga menjadi tidak peka pada isu lingkungan yang menyebabkannya menjadi tidak peduli terhadap lingkungan di sekitarnya. Hal

ini ditunjukkan dengan peserta didik di SMPN 1 Paliyan yang belum memahami bahwa manusia dan lingkungan saling berpengaruh. Hal ini ditunjukkan dengan respon yang diberikan peserta didik terhadap stimulus mengenai lingkungan. Peserta didik setuju terhadap kebijakan mengenai konservasi dan perlingungan lingkungan yang termotivasi dari kesejahteraan dan kepuasan manusia, setuju bahwa sains dan teknologi dapat mengatasi semua masalah lingkungan, tidak tertarik untuk memelihara sumber daya alam melalui kegiatan sehari-hari, dan tidak khawatir serta kehilangan saat terjadi kerusakan lingkungan. Respon yang diberikan oleh peserta didik mencerminkan penilaian negatif terhadap lingkungan sehingga dapat disimpulkan sikap peduli lingkungan peserta didik rendah.

Kemajuan sains dan teknologi selain mendatangkan keuntungan bagi kehidupan manusia juga mendatangkan kerugian. Lingkungan saat ini sedang menghadapi berbagai permasalahan yang diakibatkan oleh kemajuan sains dan teknologi, salah satunya adalah pencemaran lingkungan. Krisis lingkungan salah satunya bisa diatasi dengan perubahan cara pandang dan perilaku manusia terhadap alam dengan jalur pendidikan, yaitu dengan mengaitkan pembelajaran dengan isu-isu lingkungan. Pembelajaran tersebut dapat dilakukan dengan mengaitkan dampak positif dan negatif perkembangan sains dan teknologi terhadap masyarakat dan lingkungan melalui SETS. Pembelajaran sebaiknya juga mempertimbangkan tahap operasi berpikir peserta didik.

Kondisi perkembangan berpikir peserta didik kelas VII SMP ada pada tahap peralihan operasional konkret ke operasional formal dan masih cenderung ke operasional konkret. Pada tahap tersebut, pembelajaran yang paling cocok adalah langsung terjun ke lapangan atau lingkungan dengan objek yang nyata. Kondisi tersebut dapat dicapai dengan metode *outdoor learning*.

Keistimewaan *outdoor learning* diantaranya adalah aktivitasnya yang mayoritas dilakukan di luar ruangan (di lingkungan langsung) sehingga peserta didik mendapatkan pengalaman nyata dan dapat mengonstruksi pengetahuannya sendiri dengan cara memaksimalkan penggunaan alat indera. *Outdoor learning* juga melibatkan tiga domain pembelajaran (sikap, pengetahuan, dan keterampilan). Selain itu, *outdoor learning* memungkinkan peserta didik untuk belajar mengenai hubungannya dengan diri sendiri, dengan masyarakat, dan lingkungan, serta hubungan antarkomponen dalam ekosistem.

Outdoor learning dapat menjadi lebih bermakna apabila diarahkan dengan isu lingkungan yang aktual. Dampak positif dan negatif sains dan produknya berupa teknologi terhadap masyarakat dan lingkungan dieksplorasi langsung dan nyata dari lingkungan. Artinya, aktivitas belajar dapat dirancang menjadi SETS dengan metode *outdoor learning*.

Tahap SETS meliputi invitasi, eksplorasi, solusi, aplikasi, dan pementapan konsep. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing tahapan

yang dikaitkan dengan *outdoor learning*, *science process skill*, dan sikap peduli lingkungan.

Tahap invitasi merupakan pemaparan isu lingkungan yang sedang berkembang. Pada tahap ini peserta didik dibimbing untuk menemukan perbedaan pendapat (pro kontra), mengajukan pertanyaan, dan membuat prediksi (*predicting*) terkait dengan isu dan topik yang dibahas.

Tahap eksplorasi, dimana peserta didik mengumpulkan informasi/data melalui observasi (*observing*), pengukuran (*measuring*), maupun mengkaji berbagai sumber, serta berdiskusi dengan teman. Tahap ini juga memungkinkan peserta didik membuat prediksi (*predicting*) dan melakukan komunikasi (*communicating*) berdasarkan data yang didapatkan. Tahap eksplorasi memungkinkan peserta didik untuk berinteraksi dengan lingkungan maupun belajar mengenai interaksi antarkomponen dalam lingkungan. Data-data yang diperoleh kemudian diorganisasikan dan diinterpretasikan sehingga dengan bantuan sumber yang tepat serta diskusi oleh peserta didik dapat menjadi pertimbangan pengusulan solusi.

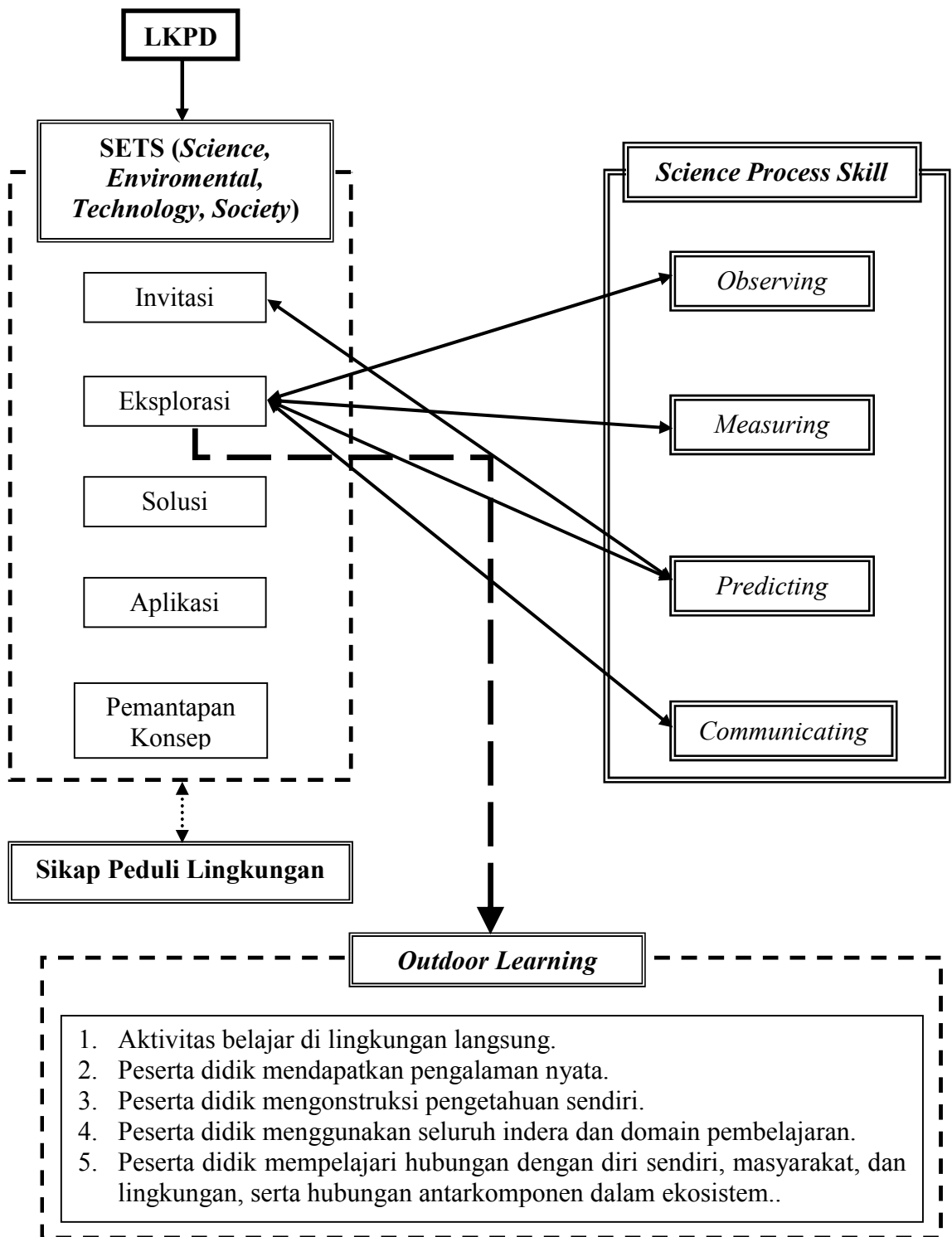
Tahap solusi merupakan tahap dimana peserta didik mengusulkan solusi berdasarkan hasil eksplorasi, yaitu menyangkut dampak baik dan dampak buruk serta berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang ada.

Tahap aplikasi, yaitu peserta didik melakukan aksi nyata (menerapkan konsep yang diperoleh) untuk merealisasikan solusi yang diusulkan dan disepakati guna memecahkan masalah. Tahap aplikasi dalam penelitian ini

tidak merealisasikan seluruh solusi yang diusulkan, tetapi hanya memilih solusi yang dapat diaplikasikan oleh peserta didik sesuai dengan taraf perkembangannya sebagai siswa SMP. Tahap aplikasi memfasilitasi peserta didik untuk menumbuhkan sikap peduli lingkungan, bahwa manusia dan alam hidup saling berdampingan.

Tahap pemantapan konsep, yaitu guru melakukan pelurusan konsep apabila terjadi miskonsepsi dan penekanan konsep-konsep penting.

Bagan alur kerangka berpikir dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Kerangka Berpikir