

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pembelajaran IPA

Ilmu Pengetahuan Alam dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang alam. Banyak ahli telah mengungkapkan mengenai hakikat IPA. Koballa dan Chiappetta (2010: 105) mendefinisikan IPA sebagai *a way of thinking, a way of investigating, a body of knowledge*, dan interaksinya dengan teknologi dan masyarakat. Titik tekan dari pernyataan tersebut adalah bahwa IPA terbangun atas produk, proses, sikap, dan aplikasi ilmiah.

Salah satu komponen hakikat IPA menurut Koballa dan Chiapetta di atas adalah IPA sebagai produk. IPA sebagai produk adalah IPA sebagai disiplin ilmu yang terdiri atas fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hewitt,Paul G.,et al. (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 sebagai produk yang berupa fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori tersebut merupakan hasil dari proses observasi, ataupun ide dan pemikiran yang brilian serta rasional.

IPA tidak hanya sebuah produk dari penemuan selama berabad-abad. IPA juga merupakan sebuah proses. Hewitt,Paul G.,et al. (2007: 1) menyatakan bahwa IPA adalah *it is also a method, a way of exploring nature and discovering the order*

within it. Pernyataan tersebut menekankan bahwa IPA adalah suatu proses untuk mempelajari alam semesta. Proses tersebut dilakukan melalui kegiatan ilmiah berupa pengumpulan data melalui observasi dan penyelidikan. Pengumpulan data akan dilanjutkan dengan pengkajian teori yang kemudian digunakan untuk menjelaskan fenomena yang telah diobservasi ataupun diselidiki. Flick,L.B. dan N.G. Lederman (2006: 17) juga menyatakan bahwa IPA adalah *both a body of richly interconnected observations and interpretations regarding the natural world, and [it is] a set of procedures and logical rules that guide those observations and interpretations.* Titik tekannya adalah bahwa IPA merupakan suatu proses observasi dan interpretasi yang dipandu dengan sekumpulan prosedur dan aturan dalam melakukan kegiatan observasi dan interpretasi tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa IPA atau sains adalah cara untuk mempelajari alam. Sebagai suatu cara untuk mempelajari, IPA bukan hanya sekumpulan fakta dan konsep yang merepresentasikan pemahaman manusia terhadap alam, namun IPA juga mencakup suatu proses untuk dapat menemukan fakta dan konsep tersebut dengan dilandasi oleh sikap ilmiah. Pemahaman terhadap IPA juga membutuhkan pemahaman terhadap fakta, konsep, dan proses untuk menemukan fakta dan konsep tersebut. Oleh karena itu pembelajaran IPA memiliki hakikat bahwa suatu pembelajaran harus melibatkan peran aktif peserta didik dengan memunculkan empat unsur IPA yang meliputi produk, proses, sikap, dan aplikasi. Dengan demikian pembelajaran IPA diamanahkan untuk dilaksanakan dengan suatu cara yang dapat

mengasah aspek-aspek dalam hakikat IPA, yang di antaranya adalah pengetahuan, sikap, dan keterampilan.

2. Pendekatan *Inquiry science issues*

a. Pendekatan *Inquiry*

1) Pengertian Pendekatan *Inquiry*

Pendekatan di dalam suatu pembelajaran dibutuhkan untuk memfasilitasi peserta didik mencapai tujuan pembelajaran. Sanjaya (2009: 295) menyatakan bahwa pendekatan dalam pembelajaran merupakan titik tolak atau sudut pandang kita terhadap proses pembelajaran. Pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran diharapkan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan tepat dan pembelajaran dapat meningkatkan partisipasi aktif serta memberikan manfaat bagi peserta didik. Salah satu pendekatan dalam pembelajaran IPA adalah pendekatan *inquiry*.

Ketika memasuki kelas IPA, seorang peserta didik harus memperoleh suasana pembelajaran yang memberikan kesempatan bagi dia untuk memunculkan rasa ingin tahu dan berusaha mencari jawabannya. Chiappetta (1997: 22) menyatakan bahwa *students should be asking questions, resolving discrepancies, figuring out patterns, representing ideas, discussing information, and solving problems*. Titik tekannya adalah bahwa dalam suatu pembelajaran IPA, peserta didik harus diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan, menganalisis pola dan

hubungan, memunculkan ide, mendiskusikan informasi, dan memecahkan masalah. Proses tersebut dapat memfasilitasi peserta didik untuk menumbuhkan rasa ingin tahu mereka sekaligus mencari jawaban atas pertanyaannya. Selanjutnya ditegaskan kembali oleh Chiappetta (1997: 22) bahwa pembelajaran IPA yang demikian berkaitan dengan *inquiry*.

Secara umum, *inquiry* merujuk pada suatu proses untuk mencari informasi yang biasanya dilakukan dengan menanya. Secara lebih spesifik, Llewellyn,Douglas (2011: 4) menyatakan *inquiry* dalam istilah *science inquiry* dan *scientific inquiry*. *Science inquiry* didefinisikan sebagai aktivitas siswa dalam melakukan eksplorasi dan penyelidikan untuk menjawab pertanyaan atau memecahkan masalah. Titik tekannya adalah bahwa yang dimaksud *science inquiry* adalah aktivitas untuk mencari jawaban atas pertanyaan ataupun pemecahan suatu masalah melalui kegiatan eksplorasi maupun penyelidikan. Pertanyaan ataupun masalah ini dapat diberikan oleh guru, dimunculkan oleh siswa, maupun diadaptasi dari buku teks.

Istilah kedua adalah *scientific inquiry*. *Scientific inquiry* berdasarkan pernyataan Llewellyn,Douglas (2011: 4) *involves the knowledge, skills, and attitudes student develop while investigating their natural world*. Titik tekan dari pernyataan di atas adalah bahwa peserta didik melibatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilannya untuk melakukan kegiatan

eksplorasi maupun penyelidikan yang dilakukan untuk mempelajari alam. Pengetahuan, sikap, dan keterampilan ini terintegrasi selama kegiatan penyelidikan ilmiah berlangsung.

Inquiry adalah aktivitas multifaset. National Research Council (dalam Llewellyn,Douglas 2011: 4) menyatakan bahwa *inquiry* melibatkan

making observations; posing questions; examining books and other sources of information to see what is already known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answers, explanations, and predictions; and communicating the results.

Titik tekannya adalah bahwa pembelajaran *inquiry* di kelas memfasilitasi peserta didik untuk menumbuhkan pengetahuan dan pemahamannya melalui kegiatan menanya, melakukan observasi, mengeksplorasi berbagai sumber informasi, dan menggunakan alat untuk memperoleh data yang kemudian dianalisis serta diinterpretasikan. Hasil analisis dan interpretasi tersebut kemudian digunakan untuk merumuskan jawaban dan penjelasan yang selanjutnya dikomunikasikan kepada orang lain.

Sejalan dengan pernyataan di atas, Branch dan Oberg (2004: 1) juga menyatakan bahwa *inquiry-based learning is a process where students are involved in their learning, formulate questions, investigate widely and then build new understandings, meanings and knowledge.* Titik tekannya adalah bahwa pembelajaran *inquiry* adalah suatu proses pembelajaran yang melibatkan peserta didik untuk merumuskan pertanyaan, melakukan penyelidikan, dan membangun pengetahuan, makna, dan pemahaman baru

di atas pemahaman lama yang telah ia miliki terhadap konsep IPA yang dipelajari. Dengan demikian dapat diketahui bahwa pendekatan ini melatih peserta didik untuk menemukan masalah sekaligus merancang cara untuk menyelesaikan masalah tersebut sebab pendekatan inkuiiri dapat membantu peserta didik untuk mengidentifikasi masalah dan mengajak peserta didik untuk mendesain cara untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Inquiry lebih dari sekadar menjawab sebuah pertanyaan. Kuklthau.,et al. (2007: 2) menyatakan bahwa

inquiry requires more than simply answering questions or getting a right answer. It espouses investigation, exploration, search, quest, research, pursuit, and study. It is enhanced by involvement with a community of learners, each learning from the other in social interaction.

Hal tersebut juga didukung dengan pernyataan Trowbridge dan Bybee (1990: 208) bahwa *scientific inquiry is defined as a systematic and investigative activity with the purpose of uncovering and describing relationships among object and events.* Kedua pernyataan tersebut menekankan bahwa *inquiry* melibatkan kegiatan penyelidikan yang sistematis. *Inquiry* melibatkan suatu proses menanya, mengobservasi, melakukan eksperimen, membandingkan, membuat inferensi, membuat generalisasi, hingga mengomunikasikan hasil yang dilakukan secara berulang. *Inquiry* tidak hanya suatu kegiatan untuk menjawab pertanyaan dengan benar, namun *inquiry* adalah pembelajaran dengan orientasi pada

proses yang bertujuan untuk mencari penyelesaian atas suatu isu ataupun masalah yang penting melalui penyelidikan.

2) Tipe Pendekatan *Inquiry*

Inquiry dibagi dalam beberapa tipe berdasarkan keterlibatan peserta didik dan guru dalam pembelajaran. Berdasarkan Llewellyn,Douglas (2011: 15-17) pendekatan *inquiry* dibagi menjadi tiga, yaitu *structured, guided* dan *self-directed inquiry*.

a) *Structured inquiry Approach (Inquiry Terstruktur)*

Pendekatan ini menempatkan guru sebagai penyedia masalah atau pertanyaan sekaligus sebagai penyedia prosedur kerja untuk menyelesaikan masalah tersebut. Llewellyn,Douglas (2011: 13) menyatakan bahwa peserta didik *follow a precise set or sequence of instructions and procedures provided by the teacher or the textbook*. Titik tekannya adalah bahwa peserta didik yang terbagi dalam kelompok-kelompok kecil berperan sebagai pelaksana prosedur kerja yang telah disediakan. Guru berkeliling di setiap kelompok untuk memberikan bimbingan dan klarifikasi terhadap prosedur kerja yang disediakan serta mengoreksi data hasil yang diperoleh.

Meskipun prosedur kerja disediakan, namun data hasil yang diperoleh menjadi tanggung jawab peserta didik untuk dapat mengorganisasikannya dalam tabel,grafik, maupun diagram. Selain itu

Llewellyn,Douglas (2011: 13) juga menegaskan bahwa peserta didik juga bertanggung jawab dalam menemukan bukti-bukti yang mendukung hipotesis yang telah dibuat serta mencari pola dan hubungan dalam data yang diperoleh.

Titik tekannya adalah dalam pendekatan *inquiry* ini peserta didik diberikan pertanyaan atau masalah untuk diselesaikan sekaligus prosedur kerja untuk memecahkan masalah atau pertanyaan tersebut. Hal lain yang menjadi peran peserta didik adalah bahwa mereka bertugas untuk menganalisis dan menginterpretasikan data untuk memperoleh arti dan pemahaman atas data yang diperoleh.

b) *Guided Inquiry Approach (Inquiry Terbimbing)*

Pendekatan ini ditujukan bagi peserta didik yang belum berpengalaman dalam belajar melalui *inquiry*, sehingga peserta didik memerlukan bimbingan untuk melatih mereka dalam melakukan suatu penyelidikan. Selain itu, studi yang dilakukan oleh Kuhlthau (2010: 20) menunjukkan bahwa peserta didik memerlukan bimbingan selama proses *inquiry* berlangsung untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik terhadap konsep yang dipelajari. Titik tekannya adalah bahwa melalui bimbingan, peserta didik lebih mampu untuk berkonsentrasi dalam mengonstruksi pengetahuan baru selama proses *inquiry*.

berlangsung, sehingga peserta didik dapat memperoleh pemahaman yang lebih maksimal serta mampu menumbuhkan keterampilannya.

Pendekatan *guided inquiry* ini menempatkan guru sebagai penyedia masalah untuk diselesaikan atau pertanyaan untuk diselidiki. Lebih lanjut Llewellyn,Douglas (2011: 18) menyatakan bahwa selain menentukan masalah atau pertanyaan, guru memberikan saran mengenai alat dan bahan apa yang harus digunakan sekaligus mendorong peserta didik untuk merancang prosedur kerja yang memungkinkan untuk menyelesaikan masalah atau menjawab pertanyaan. Peserta didik kemudian melaksanakan prosedur kerja, memperoleh data, dan merumuskan penjelasan serta kesimpulan dari data yang diperoleh. Selama pembelajaran *guided inquiry* berlangsung, guru berperan sebagai fasilitator yang memonitor kerja peserta didik dengan memberikan bimbingan ketika peserta didik membutuhkannya.

Peran guru dalam *guided inquiry* adalah sebagai pembimbing yang memastikan bahwa peserta didik tidak mengalami kesulitan dalam melakukan kegiatan. Bimbingan diberikan dalam bentuk pertanyaan dan bukan dalam bentuk arahan secara langsung mengenai apa yang harus peserta didik lakukan. Trowbridge dan Bybee (1990: 212) menyatakan bahwa melalui pertanyaan yang diberikan sebagai bimbingan mampu membantu peserta didik untuk memikirkan prosedur

penyelidikan apa yang harus dilakukan. Melalui pertanyaan, guru membantu peserta didik dalam memecahkan pertanyaan atau masalah serta memberikan bantuan dalam merumuskan penjelasan atas hasil penyelidikan.

c) *Self-directed Inquiry Approach*

Peran peserta didik dalam pendekatan ini adalah memunculkan pertanyaan mengenai suatu topik atau fenomena kemudian merancang suatu investigasi untuk menjawab pertanyaan tersebut. Llewellyn,Douglas (2011: 14) menyatakan bahwa dalam pendekatan ini peserta didik memberikan jawaban atas pertanyaannya dalam bentuk penjelasan yang didukung dengan bukti-bukti yang diperoleh dari kegiatan penyelidikan. Peserta didik juga mengomunikasikan hasil yang mereka peroleh pada kelompok lain. Dengan demikian dapat diketahui bahwa guru berperan sebagai mentor, sehingga guru tidak terlibat secara langsung dalam memberikan bimbingan pada setiap kelompok kecil peserta didik.

Tingkatan *inquiry* di atas dapat dikombinasikan dalam sebuah pembelajaran. Hal tersebut didukung oleh Banchi dan Bell (2008: 27) yang menyatakan bahwa *students can experience multiple levels of inquiry during a single unit with related scientific concepts*. Titik tekannya adalah bahwa guru dapat mengombinasikan beberapa kegiatan dalam tingkatan

inquiry dalam satu pembelajaran mengenai konsep IPA tertentu. Dengan demikian peserta didik dapat memiliki pengalaman belajar dengan kombinasi kegiatan-kegiatan yang terdapat pada beberapa tingkatan *inquiry*.

Berdasarkan tiga tipe *inquiry* tersebut maka peneliti memilih *structured inquiry*. *Inquiry* tipe ini menempatkan guru sebagai pemberi arah pada peserta didik dalam merumuskan pertanyaan sekaligus penyedia prosedur kerja yang perlu diikuti untuk menjawab pertanyaan tersebut. Peserta didik kemudian bertanggung jawab dalam proses pengambilan data, pengorganisasian data, penginterpretasian data, perumusan penjelasan atas pertanyaan, dan perumusan kesimpulan. Meski tergolong *inquiry* tingkat rendah (*lower-level inquiries*), *inquiry* tipe ini penting guna melatih peserta didik dalam menumbuhkan kemampuannya untuk melakukan tingkatan *inquiry* di atasnya, yaitu *guided inquiry* dan *self-directed inquiry*.

3) *Structured inquiry*

Pendekatan ini merupakan pendekatan *inquiry* tingkat rendah, atau *lower-level inquiry*. Meski demikian, pendekatan ini penting untuk memberikan latihan awal bagi peserta didik dalam melakukan kegiatan penyelidikan.

Prosedur kerja dilaksanakan peserta didik untuk dapat menjawab pertanyaan telah dirumuskan dengan bimbingan dari guru. Pernyataan

tersebut didukung oleh pernyataan Llewellyn,Douglas (2011: 13) bahwa *in structured inquiry, studdents engage in a hands-on activity or lab, collect and organizes data, and draw conclusions but follow a precise set or sequence of instructions and procedures provided by the teacher or the textbook.* Banchi dan Bell (2008: 26) juga menyatakan bahwa *the question and procedure are still provided by the teacher; however, students generate explanation supported by the evidence they have collected.* Titik tekannya adalah bahwa dalam *structured inquiry* peserta didik melakukan kegiatan lab yang menuntun mereka untuk memperoleh data. Data yang mereka peroleh kemudian mereka organisasikan dalam tabel atau grafik. Peserta didik juga berperan dalam merumuskan kesimpulan berdasarkan bukti yang mereka peroleh dari kegiatan lab. Meski demikian, langkah-langkah untuk melakukan kegiatan dipandu dalam serangkaian prosedur kerja yang ada telah disediakan oleh guru ataupun sudah tersedia di buku teks.

Guru juga berperan dalam memberikan masalah atau pertanyaan yang akan diselidiki. Llewellyn,Douglas (2011: 13) menekankan bahwa dalam *structured inquiry*, guru memberikan masalah yang akan diselidiki, prosedur untuk menemukan penyelesaian atas masalah tersebut, serta bahan dan alat yang dibutuhkan untuk melaksanakan penyelidikan. Meski demikian guru tidak memberikan informasi mengenai hasil yang akan

peserta didik peroleh dari kegiatan yang dilakukan. Peserta didiklah yang bertugas dalam memperoleh data sekaligus mengorganisasikan data tersebut. Selain itu peserta didik juga bertugas dalam menemukan hubungan dan pola yang ada dalam data kemudian membuat generalisasi dari data yang telah diperoleh. Hal lain yang ditekankan dalam *structured inquiry* adalah guru tidak memberikan petunjuk kepada peserta didik mengenai cara mengorganisasikan data. Guru hanya berperan dalam memberikan kritikan yang membangun serta bimbingan kepada peserta didik berkaitan dengan data hasil yang mereka peroleh serta cara pengorganisasianya.

4) Tahapan Pendekatan *Inquiry*

Tahap proses pembelajaran *inquiry* berdasarkan Trowbridge dan Bybee (1990: 209) meliputi enam kegiatan, yang diuraikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Langkah Pembelajaran *Inquiry*
Sumber: Trowbridge dan Bybee (1990: 209).

Tahapan	Deskripsi	Penekanan
<i>Originating problems</i>	<i>If at all possible, the problem should be real, meaningful, and capable of study. If the problem can be elicited from the class, so much better. A practical substitute, however, is one identified by the teacher and elaborated for the class.</i>	Masalah yang diselidiki akan lebih baik jika masalah tersebut nyata, bermakna, dan dapat dipelajari. Akan lebih baik jika masalah dirumuskan bersama-sama dari diskusi kelas. Masalah dapat juga dirumuskan oleh guru.
<i>Formulating hypotheses</i>	<i>These should be formulated as a result of</i>	Hipotesis dirumuskan dari diskusi dan pertanyaan

Tahapan	Deskripsi	Penekanan
	<i>the discussions and the guiding questions. Permit “condition of freedom” so as not inhibit discussion.</i>	bimbingan. Guru menyediakan kondisi kebebasan, yaitu kebebasan bagi peserta didik untuk mencari informasi yang relevan.
<i>Designing investigative approaches</i>	<i>Teachers must have books, apparatus, experiments, aquaria, and many other things for students to work with. The teacher must provide the information the students seek or she must provide the sources for that information. The teacher must make available a wide range of materials and facts from which the students can choose to meet their needs of the moments. Provisions must be made to have adequate quantities of materials, and a chance for students to choose the materials they will need to solve the problem.</i>	Guru menyediakan informasi ataupun sumber untuk mengakses informasi tersebut bagi peserta didik. Guru menyediakan berbagai macam bahan dan alat dalam jumlah yang cukup. Guru memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk memilih alat dan bahan sesuai apa yang mereka butuhkan untuk memecahkan masalah.
<i>Testing out ideas (e.g., conducting experiments)</i>	<i>This is the hands-on, experimental part of the inquiry lesson. Emphasize record-keeping and a systematic approach to the problem.</i>	Tahap ini merupakan tahapan <i>hands-on</i> bagi peserta didik. Guru menekankan peserta didik untuk mencatat data yang diperoleh.
<i>Synthesizing knowledge</i>	<i>Teachers have the guiding questions. This consists of an anticipated list of questions to be asked by the teacher to direct the thought processes of the students. The conclusion</i>	Guru memiliki daftar pertanyaan yang akan ditanyakan pada peserta didik untuk mengarahkan proses berpikir dalam memaknai dan menginterpretasikan data.

Tahapan	Deskripsi	Penekanan
	<i>refers to the closure and should culminate in some final result based on the experimentation and discussion. Group conclusions are acceptable.</i>	Pembuatan kesimpulan didasarkan pada data hasil dan proses diskusi. Kesimpulan dirumuskan secara berkelompok.
<i>Developing certain attitudes</i>	<i>(e.g., objective, curious, open-minded, desires and respects theoretical models, responsible, suspend judgment until sufficient data is obtained, checks his results).</i>	Sikap yang dikembangkan seperti objektif, rasa ingin tahu, terbuka, tanggung jawab, menghindari justifikasi terhadap sesuatu sebelum memperoleh data yang cukup, mengecek hasil, dan menghormati teori ataupun model yang telah ada.

Tahap proses pembelajaran *inquiry* juga dapat diadopsi dari pernyataan Llwellyn,Douglas (2011: 6) yang diuraikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Langkah Pembelajaran *Inquiry*
Sumber: Llwellyn,Douglas (2011: 6).

Tahapan	Deskripsi
<i>Exploring a phenomenon</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Observe a phenomenon or discrepant event (or engage in an open-ended exploration).</i> 2. <i>Assess your prior knowledge about the phenomenon by asking, “What do I know about what’s happening?”</i> 3. <i>Assess others’ prior knowledge about the phenomenon by asking, “What do others know about what’s happening?”</i>
<i>Focusing on question</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Make a list of several questions to investigate from the observations made.</i> 2. <i>Choose one (or the first) question to investigate.</i> 3. <i>Scrutinize the question by asking, “Is the question investigatable?”</i> 4. <i>Modify the question, if necessary.</i> 5. <i>Seek initial evidence through additional observations of the phenomenon.</i>

Tahapan	Deskripsi
	<p>6. Clarify the question by asking, “Before designing an investigation, do I completely understand the question?”</p> <p>7. Rewrite the question, if necessary.</p>
<i>Planning the investigation</i>	<p>1. Decide what data need to be collected to answer the question.</p> <p>2. Identify the variables and constants needed to investigate the question.</p> <p>3. Design a controlled experiment or investigate the question.</p> <p>4. Identify the materials and setup for the investigation.</p> <p>5. Draw an illustration of the materials and setup for investigation.</p> <p>6. Propose a hypothesis as to an expected and/or predicted outcome of the investigation.</p> <p>7. Design a chart or table to organize the data to be collected during the investigation.</p> <p>8. Identify safety rules to follow during investigation.</p>
<i>Conducting the investigation</i>	<p>1. Carry out the investigation.</p> <p>2. Collect appropriate data.</p> <p>3. Record data in the proper column of the chart or table.</p> <p>4. Graph the results, if applicable.</p> <p>5. Redesign and retry the investigation, if necessary.</p>
<i>Analyzing the data and evidence</i>	<p>1. Interpret and make meaning from the data.</p> <p>2. Determine if the data are biased or flawed in any way.</p> <p>3. Seek patterns and relationships among the variables.</p> <p>4. Draw conclusions based on the data and evidence.</p> <p>5. Analyze the data and evidence to support, modify, or refute the previously stated hypothesis.</p> <p>6. Make a claim based on the evidence collected.</p>
<i>Constructing new knowledge</i>	<p>1. Form an explanation (or model) from the claim and supporting evidence.</p> <p>2. Relate the explanation (or model) to other existing models.</p> <p>3. Reflect upon and make meaning as to your newly acquired knowledge.</p> <p>4. Connect new knowledge to your prior knowledge and the knowledge of others.</p>
<i>Communicating new knowledge</i>	<p>1. Choose a means to communicate your explanation (or model) and findings to others (i.e., oral report, poster,</p>

Tahapan	Deskripsi
	<p><i>PowerPoint, written report).</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 2. <i>Discuss your results and conclusions with others.</i> 3. <i>Use scientific reasoning skills to link your claim and supporting evidence,</i> 4. <i>Engage in scientific argumentation, allowing others to critique your investigation and findings and provide counterclaims to your results.</i> 5. <i>Make modifications to your explanation or model, if needed.</i> 6. <i>Consider follow-up questions or other questions from step 4 to investigate.</i>

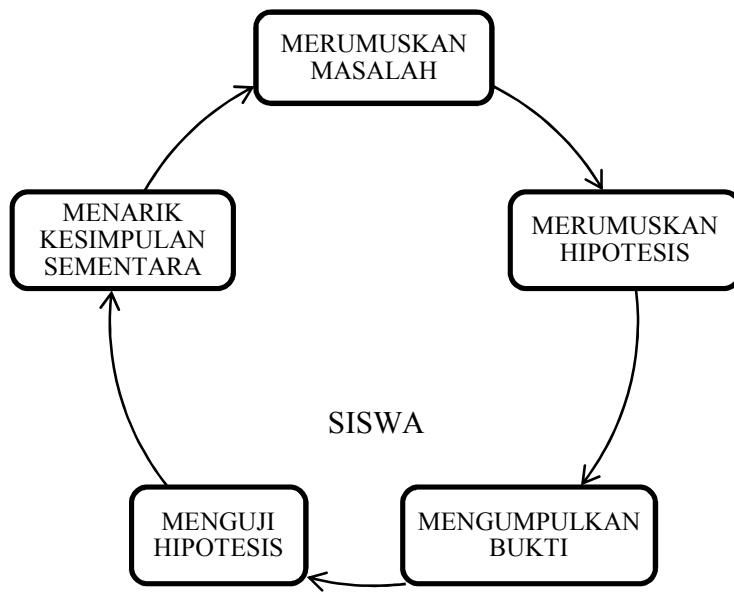
Titik tekan dari tahapan pembelajaran *inquiry* yang dikemukakan oleh Llwellyn,Douglas (2011: 6) tersebut diuraikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Titik Tekan Tahapan Pembelajaran *Inquiry* Menurut Llwellyn, Douglas (2011: 6)

Tahapan	Penekanan
<i>Exploring a phenomenon</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengobservasi fenomena atau melakukan eksplorasi. 2. Mengakses pengetahuan awal mengenai fenomena, yaitu apa yang peserta didik telah ketahui tentang fenomena yang diobservasi. 3. Mengakses pengetahuan awal teman mengenai fenomena, yaitu apa yang peserta didik lain telah ketahui tentang fenomena yang diobservasi.
<i>Focusing on question</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat daftar pertanyaan penyelidikan berdasarkan fenomena yang diamati. 2. Memilih satu pertanyaan yang akan diselidiki, 3. Menganalisis apakah pertanyaan dapat diselidiki, 4. Memodifikasi pertanyaan jika diperlukan. 5. Melakukan observasi kembali terhadap fenomena untuk memperoleh bukti-bukti awal. 6. Mengecek pemahaman terhadap pertanyaan penyelidikan.
<i>Planning the investigation</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan data yang harus dikumpulkan untuk menjawab pertanyaan/ 2. Mengidentifikasi variabel yang dibutuhkan untuk penyelidikan. 3. Merancang penyelidikan yang akan dilakukan untuk menjawab pertanyaan. 4. Mengidentifikasi bahan dan alat yang diperlukan. 5. Menggambar rangkaian alat penyelidikan.

Tahapan	Penekanan
	<ol style="list-style-type: none"> 6. Merumuskan hipotesis atau prediksi. 7. Merancang diagram atau tabel untuk mengorganisasikan data yang telah dikumpulkan melalui penyelidikan. 8. Mengidentifikasi prosedur keselamatan kerja yang harus dipatuhi selama melakukan kegiatan.
<i>Conducting the investigation</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan penyelidikan. 2. Mengumpulkan data dengan tepat. 3. Mengorganisasikan data dalam tabel ataupun diagram dengan tepat. 4. Membuat grafik hasil penyelidikan jika diperlukan. 5. Merancang ulang dan melakukan penyelidikan kembali jika dibutuhkan.
<i>Analyzing the data and evidence</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menginterpretasi dan memaknai data. 2. Mengidentifikasi bias pada data. 3. Mencari pola dan hubungan antarvariabel. 4. Merumuskan kesimpulan berdasarkan data hasil. 5. Menganalisis data dan bukti untuk mendukung, memodifikasi, menolak hipotesis.
<i>Constructing new knowledge</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merumuskan penjelasan berdasarkan data dan bukti. 2. Menghubungkan penjelasan dengan teori. 3. Melakukan refleksi dan memaknai pengetahuan baru yang telah diperoleh. 4. Menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah dia dan orang lain miliki sebelumnya.
<i>Communicating new knowledge</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memilih metode untuk mengomunikasikan hasil penyelidikan (dapat berupa laporan lisan, poster, <i>power point</i>, dan laporan tertulis). 2. Mendiskusikan hasil dan kesimpulan dengan orang lain. 3. Menggunakan keterampilan menalar untuk menghubungkan penjelasan yang telah dirumuskan dengan bukti yang diperoleh. 4. Memberikan kesempatan bagi orang lain untuk memberikan kritik dan sanggahan terhadap penyelidikan dan hasil yang diperoleh. 5. Memodifikasi penjelasan atau model yang telah dirumuskan sebelumnya, jika perlu.

Tahapan pembelajaran *inquiry* dapat pula diadopsi dari paparan W.Gulö (2008: 94-95) dalam gambar 1.



Gambar 1. Proses *Inquiry*.
Sumber Gambar: W.Gulö (2008: 94-95).

Gambar 1 di atas menggambarkan alur pembelajaran dengan pendekatan *inquiry* menurut W.Gulö dalam pembelajaran sains. Terdapat lima tahapan dalam pembelajaran *inquiry* menurut W.Gulö, yaitu tahapan merumuskan masalah, tahap merumuskan hipotesis, mengumpulkan bukti, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan sementara.

Inquiry menurut W.Gulö (2008: 94-95) merupakan sebuah proses. Proses tersebut diawali dengan merumuskan masalah, mengembangkan hipotesis, mengumpulkan bukti, menguji hipotesis, dan menarik

kesimpulan sementara. Kesimpulan sementara tersebut kemudian diuji hingga memperoleh kesimpulan yang disepakati oleh semua peserta didik.

Semua proses *inquiry* di atas merupakan kegiatan yang dilakukan oleh peserta didik. Guru berperan sebagai fasilitator, motivator, maupun pengarah yang berperan dalam mengoptimalkan pembelajaran *inquiry*.

Proses *inquiry* ini menuntut peserta didik untuk memiliki beberapa kemampuan di setiap tahapnya. Kemampuan tersebut dijabarkan oleh W.Gulö sebagai berikut.

Tabel 4. Kemampuan yang Dituntut dalam Setiap Proses *Inquiry*.

Sumber: W.Gulö (2008: 95).

Tahap <i>inquiry</i>	Kemampuan yang dituntut
Merumuskan masalah	1. Kesadaran terhadap masalah 2. Melihat pentingnya masalah 3. Merumuskan masalah
Merumuskan jawaban sementara (hipotesis)	1. Menguji dan menggolongkan jenis data yang dapat diperoleh 2. Melihat dan merumuskan hubungan yang ada secara logis 3. Merumuskan hipotesis
Mengumpulkan bukti	1. Mengumpulkan data 2. Mengevaluasi data 3. Menyusun data
Menguji hipotesis	1. Menganalisis data 2. Melihat hubungan 3. Mencatat persamaan dan perbedaan 4. Mengidentifikasi pola, frekuensi, dan keteraturan
Menarik kesimpulan	1. Mencari pola dan makna hubungan 2. Merumuskan kesimpulan
Menerapkan kesimpulan dan generalisasi	

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwa peserta didik melakukan beberapa kegiatan di setiap tahap *inquiry*. Setiap tahap pelaksanaan *inquiry* perlu juga disertai dengan dimilikinya kemampuan peserta didik dalam melakukan kegiatan tersebut. Oleh sebab itu keberhasilan setiap tahapan bergantung pada penguasaan peserta didik terhadap kemampuan-kemampuan yang dituntut di setiap tahapan.

Tahapan pembelajaran *inquiry* dapat pula ditinjau dari paparan Kurniawati,dkk (2013: 38) dalam tabel 5.

Tabel 5. Tahapan Pembelajaran *Inquiry* Berdasarkan Kurniawati,dkk (2013: 38).

Tahap	Kegiatan Pembelajaran	
	Guru	Peserta Didik
Orientasi masalah	Guru mengajukan masalah melalui demonstrasi yang dilakukan oleh peserta didik Guru mengajukan tes konsep yang berkaitan dengan materi pembelajaran yang disampaikan	Salah satu peserta didik melakukan demonstrasi, peserta didik lainnya memperhatikan Peserta didik merumuskan masalah sesuai dengan materi yang dipelajari
Berhipotesis	Guru membimbing peserta didik membuat hipotesis	Peserta didik secara individu berpikir untuk jawaban dari tes konsep yang diberikan
Menguji hipotesis	Guru membimbing peserta didik untuk melakukan percobaan guna menguji hipotesis yang mereka buat Guru membimbing peserta didik dalam menganalisis data Peserta didik juga berdiskusi untuk menjawab konsep yang diberikan di awal dengan teman sejawatnya	Peserta didik melakukan percobaan sesuai dengan LKPD. Peserta didik melakukan, mengamati, dan mencatat dengan cermat hasil observasi eksperimen yang telah dilakukan dengan teman sejawatnya

Tahap	Kegiatan Pembelajaran	
	Guru	Peserta Didik
		Peserta didik menganalisis data hasil percobaan dan peserta didik juga berdiskusi untuk menjawab konsep yang diberikan di awal dengan teman sejawatnya
Presentasi data	Guru membimbing peserta didik mempresentasikan hasil eksperimen	Peserta diidk mempresentasikan hasil eksperimen, yang kemudian ditanggapi kelompok lain
Umpaman balik	Guru memberikan penguatan tentang hasil eksperimen serta memberikan konfirmasi dari tes konsep yang diberikan di awal	Peserta didik memperhatikan penguatan yang diberikan guru serta merevisi hasil tes konsep yang telah dikerjakan di awal pembelajaran
Penarikan kesimpulan	Mengevaluasi kesimpulan dan hasil praktikum yang telah dibuat oleh peserta didik sesuai dengan materi yang disampaikan	Bersama teman sejawatnya peserta didik membuat kesimpulan hasil eksperimen, kemudian diungkapkan di dalam kelas dan ditanggapi kelompok lainnya

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwa tahapan *inquiry* menurut Kurniawati,dkk (2013: 38) terdiri atas enam tahap. Tahapan pembelajaran *inquiry* diawali dengan orientasi masalah, kemudian berhipotesis, menguji hipotesis, mempresentasikan hasil, umpan balik, dan penarikan kesimpulan.

Scientific inquiry dikategorikan berdasarkan kegiatan yang dilakukan oleh guru dan peserta didik. *Structured inquiry* yang dijadikan sebagai acuan pengembangan LKPD juga memiliki tahapan kegiatan yang berbeda dengan kategori *inquiry* lain, seperti *guided inquiry* dan *self-directed inquiry*. Llwellyn,Douglas (2011: 15) memaparkan kegiatan peserta didik dan guru dalam *structured inquiry* pada tabel 6 dan 7.

Tabel 6. Kegiatan Guru dalam *Structured Inquiry*.

Sumber: Llwellyn,Douglas (2011: 15).

<i>Level of Inquiry</i>	<i>What the Teacher Does</i>	Penekanan
<i>Structured Inquiries</i>	<i>Provides step-by-step, sequential procedures to follow</i>	Menyediakan prosedur kerja yang membimbing kegiatan peserta didik
	<i>Provides materials and supplies as listed on the activity sheet or lab</i>	Menyediakan bahan dan alat yang dibutuhkan
	<i>Assigns roles to the students on a rotating basis</i>	Melakukan pembagian tugas di dalam kelompok, sehingga setiap peserta didik dalam suatu kelompok memiliki peran dalam melakukan kegiatan
	<i>Acts as a coach by ensuring all students are on task and understand the procedure</i>	Memastikan bahwa semua peserta didik memahami prosedur kerja dan turut berkontribusi dalam melakukan kegiatan
	<i>Encourages students to work as a group</i>	Mendorong peserta didik untuk bekerjasama dengan anggota kelompoknya
	<i>Asks probing questions and answers questions when appropriate</i>	Memberikan pertanyaan-pertanyaan bimbingan kepada peserta didik dan menjawab pertanyaan yang diajukan oleh peserta

<i>Level of Inquiry</i>	<i>What the Teacher Does</i>	Penekanan
		didik jika diperlukan.
	<i>Provides follow-up and “going further” questions and inquiries</i>	Memberikan pertanyaan lanjutan untuk diselidiki di kegiatan selanjutnya.

Tabel 7. Kegiatan Peserta Didik dalam *Structured Inquiry*.

Sumber: Llwynn,Douglas (2011: 15).

<i>Level of Inquiry</i>	<i>What the Student Does</i>	Penekanan
<i>Structured Inquiries</i>	<i>Obtain materials and supplies as listed on the activity sheet or lab</i>	Mengumpulkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam kegiatan sesuai dengan yang tercantum dalam lembar kegiatan
	<i>Reads and follows directions according to activity sheet or lab</i>	Membaca dan mengikuti prosedur kerja yang tertera dalam lembar kegiatan
	<i>Uses science process skills to collect data</i>	Menggunakan keterampilan proses untuk mengumpulkan data
	<i>Communicates and collaborates with other groups members</i>	Berkomunikasi dan berkolaborasi dengan anggota kelompok
	<i>Makes observations, collects data, and records observations</i>	Melakukan observasi, mengumpulkan data, dan mencatat hasil observasi
	<i>Designs data charts and tables for organizing collected data</i>	Merancang tabel hasil pengamatan dan diagram untuk mengorganisasikan data hasil pengamatan
	<i>Looks for patterns and relationships within the data</i>	Menganalisis pola dan hubungan yang muncul dalam data hasil pengamatan
	<i>Draws conclusions and formulates explanations</i>	Merumuskan kesimpulan dan penjelasan
	<i>Evaluates and communicates the</i>	Mengevaluasi dan

<i>Level of Inquiry</i>	<i>What the Student Does</i>	Penekanan
	<i>results</i>	mengomunikasikan hasil pengamatan
	<i>Asks new and related questions based on the data collected</i>	Memunculkan pertanyaan baru terkait data hasil yang diperoleh

Hal yang menjadi ciri dalam pendekatan *structured inquiry* adalah guru telah menyediakan alat dan bahan, serta merumuskan prosedur kerja yang harus dijalankan oleh peserta didik. Meski demikian, peserta didik dilatih dalam menumbuhkan keterampilan prosesnya melalui kegiatan mengobservasi, merumuskan hipotesis, mengumpulkan dan mengorganisasikan data, merumuskan kesimpulan, serta membuat inferensi. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Llewellyn,Douglas (2011: 13) yang menyatakan bahwa *in structured inquiry, students engage in a hands-on activity or lab, collect and organizes data, and draw conclusions but follow a precise set or sequence of instructions and procedures provided by the teacher or the textbook.* Zion dan Mendelovici (2012: 384) bahwa *students develop basic inquiry skills, such as making observations, raising hypotheses, collecting and organizing data, drawing conclusions, making inferences and finding solutions.* Titik tekan dari kedua pernyataan di atas adalah bahwa meski peserta didik melakukan kegiatan berdasarkan pertanyaan atau masalah yang telah dirumuskan serta prosedur kerja yang harus diikuti, mereka bertanggung jawab dalam memperoleh bukti-bukti

yang dapat menjawab pertanyaan atau masalah tersebut melalui proses pengumpulan data, pengorganisasian data, dan analisis data yang diperoleh untuk merumuskan penjelasan dan kesimpulan.

Berdasarkan pendapat ahli di atas, dapat diketahui bahwa pembelajaran IPA dengan pendekatan *inquiry* merujuk pada suatu proses pembelajaran yang melibatkan peran aktif peserta didik dalam menjawab pertanyaan ataupun memecahkan masalah melalui penyelidikan. Peserta didik mengumpulkan bukti dan menggunakan untuk menjawab pertanyaan tersebut dan menemukan konsep-konsep IPA. Proses dalam pembelajaran *inquiry* meliputi enam tahapan, yaitu orientasi, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan bukti, menguji hipotesis, dan merumuskan kesimpulan.

Berdasarkan uraian di atas maka disusun kisi-kisi pembelajaran *inquiry* yang diuraikan dalam tabel 8.

Tabel 8. Kisi-Kisi Pembelajaran *Inquiry*.

Tahapan <i>Inquiry</i>	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
Orientasi	Guru mengondisikan agar peserta didik siap melaksanakan proses pembelajaran. Hal yang dilakukan guru di antaranya adalah sebagai berikut. 1. Guru memaparkan topik, tujuan, serta hasil belajar yang diharapkan dapat dicapai oleh peserta didik. 2. Guru menunjukkan suatu demonstrasi atau	Mencermati dan mengeksplorasi suatu demonstrasi atau bahan bacaan yang disajikan.

Tahapan Inquiry	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
	memberikan bahan bacaan yang sesuai dengan topik dan tujuan yang akan dicapai melalui kegiatan pembelajaran.	
Merumuskan masalah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan demonstrasi atau bahan bacaan yang telah dicermati oleh peserta didik, guru membimbing peserta didik dalam memunculkan pertanyaan berdasarkan demonstrasi atau bahan bacaan yang disajikan. 2. Guru membuat daftar pertanyaan yang telah dirumuskan peserta didik. 3. Guru memilih pertanyaan yang sesuai dengan topik dan tujuan kegiatan. 	Merumuskan pertanyaan berdasarkan demonstrasi atau bahan bacaan yang telah dieksplorasi.
Merumuskan hipotesis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membimbing peserta didik dalam merumuskan hipotesis ataupun prediksi atas pertanyaan yang telah dirumuskan dengan mendorong peserta didik untuk melakukan diskusi dengan temannya. 2. Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mencari informasi yang relevan berkaitan dengan pertanyaan yang telah dirumuskan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencari informasi yang relevan berkaitan dengan pertanyaan yang telah dirumuskan untuk merumuskan hipotesis atau prediksi. 2. Merumuskan hipotesis atau prediksi. 3. Mendiskusikan hipotesis atau prediksi yang telah dirumuskan dengan peserta didik lain.
Mengumpulkan bukti	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memastikan bahwa semua peserta didik telah memahami prosedur kerja yang tertera dalam LKPD. 2. Guru membantu kelompok dalam melakukan pembagian tugas saat pengambilan data 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencermati LKPD untuk memahami prosedur kerja. 2. Mengumpulkan alat dan bahan yang dibutuhkan berdasarkan daftar alat dan bahan yang tertulis

Tahapan Inquiry	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
	<p>apabila terdapat kelompok yang kesulitan dalam melakukan pembagian tugas.</p> <p>3. Guru memastikan bahwa semua anggota kelompok bekerja dalam melakukan pengambilan data.</p> <p>4. Guru mendorong peserta didik untuk bekerjasama dalam kelompok.</p> <p>5. Guru memastikan bahwa peserta didik mencatat data yang diperoleh.</p> <p>6. Guru membantu kelompok yang mengalami kesulitan dalam pengorganisasian data.</p>	<p>dalam LKPD.</p> <p>3. Melakukan penyelidikan sesuai langkah yang dinyatakan dalam LKPD.</p> <p>4. Mengumpulkan data dengan tepat.</p> <p>5. Mengorganisasikan data dalam tabel ataupun diagram dengan tepat.</p> <p>6. Membuat grafik hasil penyelidikan jika diperlukan.</p>
Menguji hipotesis	<p>1. Guru memberikan pertanyaan bimbingan kepada peserta didik dalam menemukan pola dan hubungan yang terdapat dalam data.</p> <p>2. Guru mendorong dan memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk melakukan diskusi dalam menemukan hubungan dan pola dari data yang diperoleh.</p> <p>3. Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengeksplorasi berbagai sumber, baik buku maupun sumber dari internet untuk merumuskan penjelasan bagi pertanyaan.</p>	<p>1. Menginterpretasi dan memaknai data.</p> <p>2. Menganalisis data dan bukti untuk mencari pola dan hubungan yang terdapat dalam data.</p> <p>3. Merumuskan penjelasan terhadap rumusan pertanyaan berdasarkan data dan bukti yang telah diperoleh.</p>
Merumuskan kesimpulan	Guru mendorong setiap peserta didik dalam setiap kelompok untuk berkontribusi dalam berdiskusi merumuskan kesimpulan berdasarkan tujuan	Melakukan diskusi untuk merumuskan kesimpulan berdasarkan data hasil yang telah diperoleh.

Tahapan <i>Inquiry</i>	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta Didik
	kegiatan dan data hasil yang telah diperoleh.	

b. Isu-Isu Sains (*Science Issues*)

Penggunaan *science issues* dalam pendidikan dapat menyebabkan pembelajaran IPA lebih relevan dengan kehidupan peserta didik. *Issues* menurut *Cambridge dictionary* adalah *a subject or problem that people are thinking and talking about*. Titik tekannya adalah bahwa isu merupakan suatu masalah atau subjek pembicaraan yang dipikirkan dan dibicarakan oleh masyarakat. Sejalan dengan pernyataan di atas, Kamus Besar Bahasa Indonesia mendefinisikan isu sebagai suatu masalah yang dikedepankan (untuk ditanggapi dan sebagainya). Artinya isu memiliki suatu urgensi untuk diselesaikan. Sedangkan Sadler (dalam Antonio dan Díaz 2015: 2) menyatakan bahwa isu adalah *open-ended problems without clear-cut solutions; in fact, they tend to have multiple plausible solutions*. Berdasarkan pendapat tersebut dapat diketahui bahwa isu merupakan masalah yang tidak hanya memiliki satu penyelesaian. Artinya banyak solusi yang memungkinkan untuk menyelesaikan suatu isu.

Ahli juga mendefinisikan sains dalam berbagai konteks. Asri Widowati (2008: 1) menyatakan bahwa dalam arti sempit sains adalah disiplin ilmu yang terdiri dari *physical sciences* (ilmu fisik) dan *life sciences* (ilmu biologi). Artinya adalah dalam arti sempit sains merupakan suatu disiplin ilmu

yang terbagi dalam dua bidang, yaitu ilmu fisik dan ilmu biologi. Ahli lain, yaitu Cain & Evans (dalam Asri Widowati,2008: 7) menyatakan bahwa sains mengandung empat hal, yaitu: konten atau produk, proses atau metode, sikap, dan teknologi. Artinya sains bukan hanya suatu fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori namun juga merupakan proses atau metode untuk menemukan pengetahuan, sikap ilmiah, serta interaksinya dengan teknologi dan masyarakat.

Isu sains yang baik untuk disajikan di kelas memiliki kriteria-kriteria tertentu. Menurut Musante,Susan *et al* (2016: 2) isu yang baik untuk disajikan di kelas memiliki kriteria sebagai berikut.

- 1) *Connection to course objectives*
- 2) *Data-supported*
- 3) *Real rather than fabricated*
- 4) *Contemporary relevance*
- 5) *Controversial*
- 6) *Illustrates the nature and process of science*

Titik tekan dari pernyataan di atas adalah bahwa kriteria isu yang baik untuk dimunculkan di pembelajaran adalah isu yang memiliki keterkaitan dengan tujuan pembelajaran, didukung oleh data, nyata, relevan, kontroversial, dan menggambarkan proses maupun hakikat sains.

Berdasarkan uraian mengenai sains dan isu maka isu-isu sains atau *science issues* berdasarkan sintesis peneliti adalah isu yang secara konsep terkait dengan bidang kajian IPA. Isu sains adalah isu yang bersifat kontroversial sehingga banyak diperbincangkan dan terkait dengan konsep

maupun prosedur IPA serta teknologi. Isu sains dapat memunculkan berbagai solusi dalam penyelesaiannya.

Isu sains yang disajikan dalam pembelajaran memiliki kriteria. Kriteria isu yang baik untuk dimunculkan di pembelajaran adalah isu yang memiliki keterkaitan dengan tujuan pembelajaran, didukung oleh data, nyata, relevan, kontroversial, dan menggambarkan proses maupun hakikat sains.

Berdasarkan uraian mengenai pendekatan *inquiry* dan *science issues* di atas dapat diketahui bahwa *inquiry science issues* merujuk pada pembelajaran yang menghadapkan peserta didik pada isu-isu sains dan memfasilitasi peserta didik untuk memecahkannya melalui penyelidikan. Orientasi pada tahap *inquiry* diorientasikan pada isu sains, sehingga tahapan pembelajaran *inquiry science issues* meliputi enam tahapan, yaitu orientasi pada isu sains, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan bukti, menguji hipotesis, dan merumuskan kesimpulan. Berdasarkan uraian di atas maka disusun kisi-kisi pembelajaran *inquiry science issues* yang diuraikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kisi-Kisi Pembelajaran Berbasis *Inquiry Science Issues*.

Tahapan <i>Inquiry</i>	Peran Guru	Peran Peserta Didik
Orientasi pada isu sains	Guru mengondisikan agar peserta didik siap melaksanakan proses pembelajaran. Hal yang dilakukan guru di antaranya adalah sebagai berikut. 1. Guru memaparkan topik, tujuan, serta hasil belajar yang diharapkan dapat dicapai oleh peserta didik.	1. Mencermati isu sains yang disajikan. 2. Berdiskusi untuk mengidentifikasi pertentangan yang muncul pada isu sains.

Tahapan Inquiry	Peran Guru	Peran Peserta Didik
	<p>2. Guru memberikan bahan bacaan berupa isu sains yang telah disesuaikan dengan topik dan tujuan yang akan dicapai melalui kegiatan pembelajaran.</p> <p>3. Guru mengajak siswa berdiskusi untuk mengidentifikasi pertentangan yang muncul pada isu sains.</p>	
Merumuskan masalah	<p>1. Berdasarkan isu yang telah dicermati oleh peserta didik, guru membimbing peserta didik dalam memunculkan pertanyaan berdasarkan isu yang disajikan.</p> <p>2. Guru membuat daftar pertanyaan yang telah dirumuskan peserta didik.</p> <p>3. Guru memilih pertanyaan yang sesuai dengan topik dan tujuan kegiatan.</p>	Merumuskan pertanyaan berdasarkan isu yang telah dieksplorasi.
Merumuskan hipotesis	<p>1. Guru membimbing peserta didik dalam merumuskan hipotesis sederhana atas pertanyaan yang telah dirumuskan dengan mendorong peserta didik untuk melakukan diskusi dengan temannya.</p> <p>2. Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mencari informasi yang relevan berkaitan dengan pertanyaan yang telah dirumuskan.</p>	<p>1. Mencari informasi yang relevan berkaitan dengan pertanyaan yang telah dirumuskan untuk merumuskan hipotesis sederhana.</p> <p>2. Merumuskan hipotesis sederhana.</p>
Mengumpulkan bukti	<p>1. Guru memastikan bahwa semua peserta didik telah memahami prosedur kerja</p>	<p>1. Mencermati LKPD untuk memahami prosedur kerja.</p> <p>2. Mengumpulkan alat dan</p>

Tahapan Inquiry	Peran Guru	Peran Peserta Didik
	<p>yang tertera dalam LKPD.</p> <p>2. Guru membantu kelompok dalam melakukan pembagian tugas saat pengambilan data apabila terdapat kelompok yang kesulitan dalam melakukan pembagian tugas.</p> <p>3. Guru memastikan bahwa semua anggota kelompok bekerja dalam melakukan pengambilan data.</p> <p>4. Guru mendorong peserta didik untuk bekerjasama dalam kelompok.</p> <p>5. Guru memastikan bahwa peserta didik mencatat data yang diperoleh.</p> <p>6. Guru membantu kelompok yang mengalami kesulitan dalam pengorganisasian data.</p>	<p>bahan yang dibutuhkan berdasarkan daftar alat dan bahan yang tertulis dalam LKPD.</p> <p>3. Melakukan penyelidikan sesuai langkah yang dinyatakan dalam LKPD.</p> <p>4. Mengumpulkan data dengan tepat.</p> <p>5. Mengorganisasikan data dalam tabel ataupun diagram dengan tepat.</p> <p>6. Membuat grafik hasil penyelidikan jika diperlukan.</p>
Menguji hipotesis	<p>1. Guru memberikan pertanyaan bimbingan kepada peserta didik dalam menemukan pola dan hubungan yang terdapat dalam data.</p> <p>2. Guru mendorong dan memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk melakukan diskusi dalam menemukan hubungan dan pola dari data yang diperoleh.</p> <p>3. Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengeksplorasi berbagai sumber, baik buku maupun sumber dari internet</p>	<p>1. Menginterpretasi dan memaknai data.</p> <p>2. Menganalisis data dan bukti untuk mencari pola dan hubungan yang terdapat dalam data.</p> <p>3. Merumuskan penjelasan terhadap rumusan pertanyaan berdasarkan data dan bukti yang telah diperoleh.</p>

Tahapan Inquiry	Peran Guru	Peran Peserta Didik
	untuk merumuskan penjelasan bagi pertanyaan.	
Merumuskan kesimpulan	Guru mendorong setiap peserta didik dalam setiap kelompok untuk berkontribusi dalam berdiskusi merumuskan kesimpulan berdasarkan tujuan kegiatan dan data hasil yang telah diperoleh.	Melakukan diskusi untuk merumuskan kesimpulan berdasarkan data hasil yang telah diperoleh.

3. Practical skill

Keterampilan praktik adalah keterampilan yang dapat membantu peserta didik untuk dapat menggunakan alat maupun bahan dengan tepat maupun mengikuti prosedur dengan benar. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Millar,Robin (2010:9) bahwa *practical skills help students learn how to use a piece of scientific apparatus or to follow a standard practical procedure*. Titik tekannya adalah bahwa penguasaan *practical skill* membantu siswa untuk mempelajari cara menggunakan alat praktikum ataupun membantu siswa untuk belajar melakukan suatu kegiatan berdasarkan prosedur kerja standar.

Keterampilan praktik atau *practical skill* dalam pembelajaran IPA berkaitan dengan keterampilan yang dimiliki oleh peserta didik untuk dapat menemukan konsep IPA melalui observasi, eksperimen, maupun penyelidikan. Reiss,Michael., et al (2012: 6) menyatakan bahwa *practical skill* merupakan *those skills the mastery of which increases a student's competence to undertake any type of science learning activity in which they are involved in manipulating and/or observing real objects and materials*. Titik tekan dari pernyataan di atas adalah

bahwa *practical skill* adalah keterampilan yang dapat meningkatkan kompetensi peserta didik dalam melakukan berbagai kegiatan ilmiah yang melibatkan aktivitas memanipulasi variabel maupun mengobservasi objek nyata dan benda-benda di sekitar. Dengan kata lain, penguasaan *practical skill* dapat membantu peserta didik dalam melaksanakan kegiatan ilmiah dalam pembelajaran IPA yang menuntun mereka untuk menemukan konsep-konsep IPA.

Sejalan dengan pendapat di atas, Hayward,Dave, (2003: 5) juga menyatakan bahwa *practical skill* penting *to extend humankind's understanding of the world around us, whether it be associated with physical phenomena, materials or living things*. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat diketahui bahwa *practical skill* penting untuk meningkatkan pemahaman seseorang akan alam sekitarnya, meliputi fenomena fisik maupun benda mati dan makhluk hidup.

Peserta didik penting untuk berlatih *practical skill*. *Practical skill* dapat melatih peserta didik untuk terampil dalam menyelenggarakan kegiatan ilmiah hingga ditemukannya konsep IPA. *Practical skill* mencakup empat kategori keterampilan. *Practical skill* yang dijabarkan oleh Kumar,Arvind.,*et al.* (2009: 13-14) meliputi empat keterampilan pada tabel 10.

Tabel 10. Kategori *Practical skill*.

Sumber: Kumar,Arvind.,*et al.* (2009: 13-14).

Kategori <i>practical skills</i>	Indikator
<i>Procedural and manipulative skills</i>	<ol style="list-style-type: none">1. <i>Select appropriate apparatus/instruments for performing the experiment.</i>2. <i>Know the limitations of the apparatus/instruments regarding their size, least count and accuracy.</i>

Kategori practical skills	Indikator
	<p>3. <i>Arrange/assemble/set and adjust the apparatus systematically.</i></p> <p>4. <i>Handle the apparatus, instruments, chemicals carefully to avoid any damage or injury.</i></p> <p>5. <i>Perform the experiment with reasonable efficiency and accuracy.</i></p> <p>6. <i>Separate and remove desired parts of a specimen for detailed study without damaging it.</i></p> <p>7. <i>Use appropriate methods and materials for specimen mounting.</i></p> <p>8. <i>Locate and rectify the errors in apparatus, instruments, etc.</i></p> <p>9. <i>Add chemicals in appropriate quantity.</i></p> <p>10. <i>Dismantle the experimental set-up carefully.</i></p> <p>11. <i>Practice the precautions in handling sensitive apparatus or chemicals or flame.</i></p>
<i>Observational skills</i>	<p>1. <i>Find the least count of the instrument.</i></p> <p>2. <i>Read the instrument correctly.</i></p> <p>3. <i>Notice colour change, evolution of gases, formation of precipitates, chemical reactions, etc., carefully.</i></p> <p>4. <i>Notice the relevant details in the given specimens minutely.</i></p> <p>5. <i>Locate the desired parts in a specimen accurately.</i></p> <p>6. <i>Take observations carefully and in systematic manner.</i></p> <p>7. <i>Read graph correctly.</i></p>
<i>Drawing skills</i>	<p>1. <i>Make proper observation tables.</i></p> <p>2. <i>Draw circuit diagrams, ray diagrams, experimental set-ups, sketches,etc. correctly and proportionately.</i></p> <p>3. <i>Label sketches and diagrams correctly.</i></p> <p>4. <i>Draw graphs from observed data correctly.</i></p>
<i>Reporting and interpretative skills</i>	<p>1. <i>Make proper plan for recording the observations.</i></p> <p>2. <i>Record the observations/data/information correctly and systematically.</i></p> <p>3. <i>Classify and categorize organisms.</i></p> <p>4. <i>Make correct calculations/predictions.</i></p> <p>5. <i>Use proper formulae and mode of summarizing and reporting the result.</i></p> <p>6. <i>Report the result using correct symbols, units, terms and chemical equations.</i></p>

Kategori <i>practical skills</i>	Indikator
	7. <i>Interpret the observations and results correctly.</i>

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa *practical skill* memiliki empat kategori keterampilan. Kempat kategori tersebut meliputi keterampilan prosedural dan manipulatif, yaitu keterampilan dalam merencanakan penyelidikan, memilih alat dan bahan yang tepat dengan tetap memperhatikan keselamatan kerja. Keterampilan observasional berkaitan dengan kegiatan observasi dan pengukuran dengan tepat. Keterampilan menggambar berkaitan dengan proses pengorganisasian data dalam tabel maupun grafik, proses menggambar rangkaian alat, sketsa gambar, dan pemberian keterangan pada gambar. Keterampilan melaporkan dan interpretasi mencakup proses mencatat, menginterpretasikan, dan melaporkan hasil dengan akurat. Masing-masing keterampilan memiliki indikator-indikator yang menggambarkan ciri-ciri seseorang yang dapat melakukan keterampilan dengan baik. Berikut merupakan titik tekan dari indikator *practical skill* yang dikemukakan oleh Kumar, Arvind., et al. (2009: 13-14) pada tabel 10.

a. *Procedural and manipulative Skills*

Keterampilan ini mencakup sebelas indikator yang berkaitan dengan penggunaan alat dan bahan kimia selama melakukan kegiatan ilmiah. Keterampilan ini menekankan pada keterampilan yang mendasari seseorang dapat menggunakan dan memahami serta mempertimbangkan keselamatan

kerja dalam menggunakan alat ataupun bahan. Oleh karena itu, seseorang yang menguasai keterampilan ini dapat menggunakan alat dengan tepat dan aman. Keterampilan ini dapat dinilai dengan indikator-indikator di bawah ini.

- 1) Memilih alat/instrumen untuk melakukan eksperimen.
- 2) Mengetahui batasan alat/instrumen terkait ukuran, skala terkecil, dan keakuratan.
- 3) Menyusun dan menyesuaikan alat dengan sistematis.
- 4) Menggunakan alat dan bahan kimia dengan hati-hati untuk mencegah terjadinya kerusakan dan kecelakaan kerja.
- 5) Melakukan eksperimen secara efisien dan akurat.
- 6) Memisahkan bagian tertentu dari spesimen untuk dipelajari lebih lanjut tanpa merusaknya.
- 7) Menggunakan metode dan bahan yang tepat untuk mengawetkan spesimen.
- 8) Mengetahui letak kerusakan pada alat ataupun eror pada alat.
- 9) Menambahkan bahan kimia dengan jumlah yang tepat.
- 10) Melepas rangkaian alat dengan hati-hati.
- 11) Memperhatikan prosedur keselamatan kerja dalam menggunakan alat, bahan kimia, ataupun api.

b. Observational Skills

Keterampilan ini berkaitan dengan observasi yaitu penggunaan panca indera untuk memperoleh data atau informasi. Keterampilan observasi adalah

keterampilan untuk mengumpulkan informasi mengenai suatu objek atau fenomena dengan menggunakan satu atau gabungan dari lima alat indera, yaitu penglihat, peraba, perasa, pendengar, dan pembau. Observasi dapat dilakukan dengan alat indera secara langsung ataupun dengan membandingkan objek yang diobservasi dengan referensi/alat ukur standar maupun tidak standar. Keterampilan observasi dapat dinilai dari indikator berikut. Keterampilan ini mencakup tujuh indikator, yaitu sebagai berikut.

- 1) Mencari tahu skala terkecil dari alat.
- 2) Membaca skala yang ditunjukkan pada alat dengan tepat.
- 3) Memperhatikan adanya perubahan warna, pembentukan gas, pembentukan endapan, reaksi kimia, dan sebagainya dengan hati-hati.
- 4) Memperhatikan detail dari spesimen yang diamati dengan cermat.
- 5) Mencari tahu lokasi yang akan diamati dari suatu spesimen dengan akurat.
- 6) Melakukan observasi dengan sistematis.
- 7) Membaca grafik dengan tepat.

c. *Drawing Skills*

Keterampilan ini berkaitan dengan proses pengomunikasian hasil pengamatan maupun informasi yang dimiliki dalam bentuk tabel, grafik, sketsa, maupun diagram. Indikator keterampilan ini adalah sebagai berikut.

- 1) Membuat tabel hasil observasi dengan tepat.

- 2) Menggambar diagram rangkaian listrik, diagram berkas sinar, rangkaian alat, sketsa, dan sebagainya dengan tepat dan proporsional.
 - 3) Memberikan label pada diagram dengan tepat.
 - 4) Menggambar grafik berdasarkan hasil observasi dengan tepat.
- d. *Reporting and interpretative Skills.*

Keterampilan ini berkaitan dengan proses pelaporan hasil pengamatan, penafsiran hasil pengamatan, perumusan penjelasan hasil pengamatan, dan penarikan kesimpulan. Keterampilan ini mencakup tujuh indikator, yaitu sebagai berikut.

- 1) Membuat perencanaan yang tepat untuk mencatat hasil observasi.
- 2) Mencatat hasil observasi/data/informasi dengan tepat dan sistematis.
- 3) Mengklasifikasikan dan mengkategorisasikan organisme.
- 4) Membuat prediksi/perhitungan dengan tepat.
- 5) Menggunakan rumusan yang tepat untuk menyimpulkan dan melaporkan hasil.
- 6) Melaporkan hasil dengan menggunakan simbol, satuan, kata-kata, dan reaksi kimia yang tepat.
- 7) Menginterpretasikan hasil observasi dengan tepat.

Practical skill atau keterampilan praktik juga dijabarkan oleh ahli lain.

Sejalan dengan pendapat Kumar, Arvind., et al. (2009: 13-14) di atas, Insih Wilujeng, dkk (2011: 16) menjabarkan bahwa *practical skill* terdiri atas empat

kategori, yaitu keterampilan prosedural dan manipulatif (P&M); keterampilan-keterampilan observasi (O); keterampilan-keterampilan menggambar (D); keterampilan-keterampilan melaporkan dan menginterpretasi (R&I). Berikut merupakan penjabaran dari masing-masing kategori *practical skill* berdasarkan Insih Wilujeng, dkk (2011: 16).

a. Keterampilan prosedural dan manipulatif

Keterampilan prosedural dan manipulatif eksperimen meliputi :

- 1) menyeleksi instrumen/piranti untuk merancang eksperimen;
- 2) mengetahui keterbatasan instrumen mencakup ukuran, jumlah, dan akurasi;
- 3) menyusun atau mengeset peralatan eksperimen secara sistematis;
- 4) memisahkan dan memindahkan alat dan bahan eksperimen dengan penuh kehati-hatian;
- 5) menggunakan metode dan bahan yang tepat;
- 6) menambahkan bahan-bahan kimia dengan jumlah yang tepat sesuai prosedur;
- 7) merancang eksperimen dengan hati-hati.

b. Keterampilan observasi

Keterampilan observasi dalam eksperimen mencakup lima indikator.

Berikut merupakan kelima indikator tersebut.

- 1) Menemukan jumlah hasil pengukuran.
- 2) Membaca hasil pengukuran secara benar.

- 3) Mencatat perubahan warna.
 - 4) Mereaksikan bahan kimia secara teliti.
 - 5) Membaca grafik secara benar.
- c. Keterampilan menggambar
- Keterampilan ini mencakup enam indikator yaitu sebagai berikut.
- 1) Membuat tabel pengamatan.
 - 2) Menggambar rangkaian.
 - 3) Menggambar jalannya sinar.
 - 4) Mengeset eksperimen secara benar.
 - 5) Memberi keterangan gambar dan tabel secara benar.
 - 6) Menggambar grafik.
- d. Keterampilan melaporkan dan interpretasi
- Keterampilan melaporkan dan interpretasi meliputi enam indikator, yaitu sebagai berikut.
- 1) Membuat perencanaan untuk mencatat hasil observasi, data, dan informasi secara benar.
 - 2) Mengklasifikasi secara benar.
 - 3) Membuat perhitungan secara benar.
 - 4) Merumuskan dan menyimpulkan hasil percobaan.
 - 5) Membuat laporan hasil percobaan.
 - 6) Menginterpretasi hasil dan pengamatan secara tepat.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa *practical skill* merupakan keterampilan yang digunakan oleh ilmuwan dan orang-orang yang mempelajari sains untuk melakukan kegiatan ilmiah dalam mengkaji fenomena alam, seperti observasi maupun eksperimen sehingga dapat memperoleh informasi, mengonstruksi pengetahuan, dan memecahkan masalah. Penguasaan *practical skill* membantu peserta didik untuk mempelajari cara menggunakan alat praktikum ataupun membantu peserta didik untuk melakukan suatu kegiatan dengan mengikuti prosedur kerja standar, sehingga penguasaan *practical skill* oleh peserta didik juga membantu peserta didik dalam melaksanakan kegiatan ilmiah dalam pembelajaran IPA yang menuntun mereka untuk menemukan konsep-konsep IPA.

Practical skill yang terdiri atas empat kategori keterampilan. Kategori tersebut yaitu *procedural and manipulative skill*, *observational skill*, *drawing skill*, dan *reporting and interpretative skill*. *Practical skill* melibatkan aspek kognitif dan psikomotor peserta didik dalam melakukan kegiatan ilmiah yang dapat berupa eksperimen dengan memanipulasi variabel maupun observasi. Masing-masing keterampilan memiliki indikator yang menggambarkan setiap keterampilan. Berdasarkan uraian di atas maka disusun kisi-kisi *practical skill* yang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Kisi-Kisi *Practical Skill*.

Kategori	Indikator
<i>Procedural and manipulative</i>	1. Memilih alat dan bahan praktikum dengan tepat sesuai praktikum yang dilaksanakan. 2. Mengetahui keterbatasan alat yang digunakan, terkait ukuran

Kategori	Indikator
<i>Skills</i>	<p>maupun tingkat ketelitian.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Mencari tahu kesalahan dalam alat-alat praktik. 4. Menyusun dan melakukan penyesuaian terhadap alat secara sistematis dan sesuai praktikum yang akan dilakukan. 5. Memindahkan, memegang, dan memisahkan alat dan bahan kimia dengan benar untuk mencegah kerusakan dan kecelakaan kerja. 6. Menuangkan bahan kimia dengan volume yang tepat sesuai prosedur kerja. 7. Menggunakan metode, alat, dan bahan yang tepat. 8. Memperhatikan keselamatan kerja saat menggunakan bahan kimia. 9. Mengikuti prosedur kerja dengan sistematis. 10. Melepas rangkaian alat praktikum dengan hati-hati.
<i>Observational Skills</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan observasi dengan hati-hati dan dengan langkah yang sistematis. 2. Membaca hasil pengukuran yang tertera pada skala dengan tepat dan dengan prosedur yang tepat. 3. Menemukan jumlah hasil pengukuran ataupun perhitungan. 4. Mencatat adanya perubahan warna, pembentukan gas, maupun pembentukan endapan, dalam suatu kegiatan. 5. Mengetahui detail yang terdapat pada objek observasi.
<i>Drawing Skills</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat tabel hasil pengamatan dengan tepat. 2. Menggambar rangkaian alat praktikum, sketsa, dan diagram dengan tepat dan proporsional. 3. Memberikan label pada grafik, skema, rangkaian alat praktikum, diagram, dan sketsa dengan tepat.
<i>Reporting and interpretative Skills</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencatat hasil observasi dengan tepat dan sistematis sesuai data yang diperolehnya dari praktikum. 2. Mengklasifikasikan dan mengkategorikan hasil pengamatan dengan tepat. 3. Menginterpretasikan hasil observasi dengan tepat. 4. Membuat kesimpulan sesuai dengan tujuan dan hasil penyelidikan.

4. Environmental attitude

Environmental attitude dapat diartikan sebagai penilaian seseorang terhadap lingkungan. Penilaian tersebut dapat berupa penilaian negatif maupun positif. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Milfont & Duckitt (dalam Hashemzadeh,Farshad 2016: 35) 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.* Berdasarkan pernyataan di atas *environmental attitude* merupakan suatu penilaian seseorang terhadap beberapa aspek dalam lingkungan, lingkungan secara keseluruhan, maupun beberapa objek yang berdampak langsung terhadap lingkungan, seperti stasiun pembangkit listrik.

Pe'er,Goldman & Yavetz (dalam Hashemzadeh,Farshad 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.* Berdasarkan pernyataan di atas, dapat diketahui bahwa *environmental attitude* merujuk pada perasaan seseorang terhadap tiga hal. Hal pertama adalah perasaannya terhadap lingkungan dan interaksi antara organisme dengan lingkungan. Hal kedua adalah perasaan serta rasa pedulinya terhadap isu lingkungan. Sedangkan yang ketiga adalah rasa untuk turut berkontribusi dalam menyelesaikan masalah lingkungan.

Sejalan dengan pernyataan di atas, Milfont,Taciano Lemos (2007: 12) menyatakan bahwa *environmental attitudes are a psychological tendency that is*

expressed by evaluating perceptions of or beliefs regarding the natural environment, including factors affecting its quality, with some degree of favour or disfavor.

Berdasarkan pernyataan di atas dapat diketahui bahwa *environmental attitudes* merujuk pada suatu penilaian yang diberikan oleh seseorang terhadap persepsi atau opini yang berkaitan dengan lingkungan, termasuk faktor yang memengaruhi kualitasnya. Penilaian tersebut diekspresikan dalam bentuk penilaian baik atau buruk.

Environmental attitude dapat dikategorikan dalam kategori positif dan negatif. *Environmental attitude* positif disebut dengan *pro-environmental attitude*. Corraliza and Berenguer (2000: 833) mendefinisikan *pro-environmental attitudes* sebagai *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*. Titik tekan uraian di atas adalah bahwa *environmental attitude* positif diekspresikan dalam bentuk kepedulian dan perhatian seseorang terhadap lingkungan, isu yang berkaitan dengan lingkungan, maupun komitmen seseorang untuk dapat berkontribusi dalam melindungi kelangsungan lingkungan. Pernyataan tersebut juga didukung oleh pernyataan Clayton (2012: 92) bahwa *environmental attitude* positif merupakan rasa peduli seseorang terhadap isu lingkungan.

Environmental attitude memiliki struktur yang terus dipelajari dan diperbaiki selama beberapa tahun. Oleh sebab itu terdapat beberapa penelitian yang dilakukan untuk menentukan struktur dari *environmental attitude*. Berdasarkan pernyataan Milfont (2010: 269) *environmental attitude* terdiri atas dua belas domain atau skala.

Berikut merupakan keduabelas domain serta deskripsi masing-masing domain yang dikutip dari Milfont (2010: 266-267).

Tabel 12. Domain *Environmental Attitude* Berdasarkan Milfont (2010: 266-267).

Label Domain/Skala	Definisi
<i>Scale 01. Enjoyment of Nature</i>	Setuju jika menikmati waktu di alam terasa nyaman dan lebih memilih menghabiskan waktu di kota.
<i>Scale 02. Support for Interventionist Conservation Policies</i>	Mendukung kebijakan konservasi yang mengatur kegiatan industri dan penggunaan bahan mentah serta mendukung secara finansial terkait praktik pengembangan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan.
<i>Scale 03. Environmental Movement Activism</i>	Kesiapan secara personal untuk aktif mendukung atau terlibat dalam organisasi yang bergerak di bidang perlindungan lingkungan.
<i>Scale 04. Conservation Motivated by Anthropocentric Concern</i>	Mendukung kebijakan terkait konservasi dan perlindungan lingkungan yang termotivasi dari kekhawatiran terhadap alam dan lingkungan.
<i>Scale 05. Confidence in Science and Technology</i>	Setuju bahwa kemampuan manusia, terutama sains dan teknologi tidak mampu menyelesaikan semua masalah lingkungan.
<i>Scale 06. Environmental Threat</i>	Setuju bahwa lingkungan mudah mengalami kerusakan akibat aktivitas manusia, setuju bahwa saat ini sedang terjadi kerusakan lingkungan yang serius akibat aktivitas manusia, setuju bahwa kerusakan lingkungan yang terjadi saat ini akan memberikan dampak serius terhadap alam dan manusia dalam waktu dekat.
<i>Scale 07. Altering Nature</i>	Setuju bahwa alam dan lingkungan harus dijaga dan dipertahankan, serta tidak dirusak dan dirubah oleh aktivitas maupun gangguan manusia.
<i>Scale 08. Personal Conservation Behaviour</i>	Memiliki ketertarikan dan keinginan untuk memelihara dan mengonservasi sumber daya alam, serta melindungi lingkungan melalui tindakan yang dilakukan sehari-hari.
<i>Scale 09. Human Dominance Over Nature</i>	Setuju bahwa manusia dan alam memiliki hak yang sama.
<i>Scale 10. Human Utilization of Nature</i>	Setuju bahwa perlindungan lingkungan harus mendapatkan prioritas utama dibandingkan pertumbuhan dan perkembangan ekonomi.
<i>Scale 11. Ecocentric</i>	Merasa khawatir dan kehilangan saat terjadi kerusakan

Label Domain/Skala	Definisi
<i>Concern</i>	lingkungan.
<i>Scale 12. Support for Population Growth Policies</i>	Mendukung kebijakan yang mengatur pertumbuhan populasi serta memiliki kekhawatiran terhadap overpopulasi.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa *environmental attitude* merupakan suatu perasaan dan penilaian seseorang terhadap suatu stimulus yang berkaitan dengan lingkungan. Stimulus tersebut dapat mencakup beberapa aspek lingkungan, lingkungan secara keseluruhan, persepsi atau opini mengenai lingkungan, maupun isu lingkungan. Penilaian ini dapat berupa penilaian dalam derajat baik ataupun buruk.

Environmental attitude memiliki dua belas domain atau konstruk psikologis yang setiap domainnya menggambarkan *attitude* seseorang terhadap lingkungan. Dua belas domain tersebut yaitu *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 Behaviour*, *Human Dominance Over Nature*, *Human Utilization of Nature*, *Ecocentric Concern*, dan *Support for Population Growth Policies*. Domain *environmental attitude* yang diukur dalam penelitian ini meliputi *Conservation Motivated by Anthropocentric Concern*, *Confidence in Science and Technology*, *Personal Conservation Behaviour*, dan *Ecocentric Concern*. Berdasarkan uraian di atas maka disusun kisi-kisi *environmental attitude* yang diuraikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Kisi-Kisi *Environmental Attitude*.

Label Domain/Skala	Indikator
<i>Scale 04.Conservation Motivated by Anthropocentric Concern</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendukung kebijakan terkait konservasi lingkungan yang termotivasi dari kekhawatiran terhadap alam dan lingkungan. 2. Mendukung kebijakan terkait perlindungan lingkungan yang termotivasi dari kekhawatiran terhadap alam dan lingkungan.
<i>Scale 05.Confidence in Science and Technology</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak setuju bahwa kemampuan manusia, terutama dalam sains dan teknologi tidak dapat dan akan menyelesaikan semua masalah lingkungan yang dihadapi saat ini. 2. Tidak setuju bahwa kemampuan manusia, terutama dalam sains dan teknologi mampu mencegah dan memperbaiki kerusakan lingkungan di masa depan.
<i>Scale 08.Personal Conservation Behaviour</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memiliki ketertarikan dan keinginan memelihara dan mengonservasi sumber daya alam melalui tindakan yang dilakukan sehari-hari. 2. Memiliki ketertarikan dan keinginan untuk melindungi lingkungan melalui tindakan yang dilakukan sehari-hari.
<i>Scale 11.Ecocentric Concern</i>	Merasa khawatir dan kehilangan saat terjadi kerusakan lingkungan.

5. LKPD Berbasis *Inquiry Science Issues*

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan salah satu bahan ajar penting bagi keterlaksanaan pembelajaran IPA. LKPD dapat dirancang dan disusun sesuai situasi pembelajaran yang dikehendaki serta pengalaman belajar yang diharapkan dapat dialami oleh peserta didik. Hendro Darmodjo dan Jenny R.E. Kaligis (1992: 40) menyatakan bahwa LKS atau Lembar Kerja Siswa merupakan sarana pembelajaran yang dapat digunakan guru dalam meningkatkan keterlibatan atau aktivitas siswa dalam proses belajar-mengajar. Berdasarkan pernyataan di atas dapat diketahui bahwa LKPD dirancang untuk memfasilitasi

peserta didik agar terlibat langsung dalam kegiatan belajar. LKPD dapat berisi petunjuk praktikum, materi diskusi, bahan bacaan dan petunjuk lain yang mampu mendorong peserta didik untuk aktif dalam proses pembelajaran.

Selain itu LKPD perlu disusun berdasarkan kompetensi dasar yang harus dicapai peserta didik. Hal tersebut dinyatakan oleh Andi Prastowo (2011: 204), bahwa LKS 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. Titik tekan dari pernyataan tersebut adalah bahwa lembar kerja peserta didik merupakan bahan ajar yang dapat memuat petunjuk pelaksanaan kegiatan, materi, serta ringkasan bagi peserta didik yang dalam penyusunannya harus disesuaikan dengan kompetensi dasar yang perlu dicapai oleh peserta didik.

LKPD merupakan sebuah bentuk bimbingan yang diberikan oleh guru kepada peserta didik. Das Salirawati (2004: 1) juga mendukung pernyataan di atas dengan menyatakan bahwa LKS merupakan bentuk usaha guru untuk membimbing siswa secara terstruktur, melalui kegiatan yang mampu memberikan daya tarik kepada siswa untuk mempelajari kimia. Berdasarkan pendapat tersebut, dapat diketahui bahwa LKPD memuat petunjuk-petunjuk kegiatan yang dirancang untuk membimbing peserta didik dalam melakukan kegiatan. Peserta didik dapat terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran melalui interaksi langsung dengan objek maupun fenomena yang dipelajari.

Penyusunan LKPD memiliki tujuan tertentu yang ingin dicapai. Berikut adalah tujuan penyusunan LKS menurut Andi Prastowo (2011: 206).

- a. Menyajikan bahan ajar yang memudahkan peserta didik untuk berinteraksi dengan materi yang diberikan.
- b. Menyajikan tugas-tugas yang meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap materi yang diberikan.
- c. Melatih kemandirian belajar peserta didik.
- d. Memudahkan guru dalam memberikan tugas kepada peserta didik.

Berdasarkan pendapat di atas, dapat diketahui bahwa tujuan penyusunan LKPD adalah untuk memberikan kemudahan bagi guru maupun peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran guna tercapainya kompetensi dasar yang ingin dicapai. Selain tujuan tersebut, tujuan lain adalah untuk melatih peserta didik terlibat secara mandiri dan aktif dalam kegiatan pembelajaran.

LKPD juga memiliki beberapa jenis yang diklasifikasikan berdasarkan tujuannya. Andi Prastowo (2012: 209-211) membagi jenis LKS sebagai berikut.

- 1) LKS yang bertujuan untuk membantu peserta didik menemukan konsep. LKS ini menuntun peserta didik dengan memuat apa yang harus dilakukan peserta didik, seperti melakukan, mengamati, dan menganalisis.
- 2) LKS yang bertujuan untuk membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan. Peserta didik dilatih untuk menerapkan konsep yang telah dipelajari dalam kehidupan nyata.
- 3) LKS yang bertujuan untuk menuntun peserta didik dalam belajar, karena LKS ini memuat bimbingan dalam membaca buku sebab jawaban dari pertanyaan di LKS terdapat dalam buku teks pelajaran.

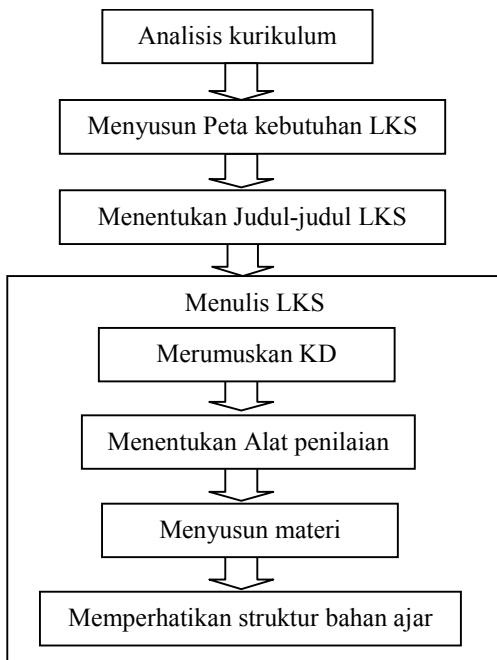
- 4) LKS yang bertujuan untuk memberikan penguatan. LKS ini memuat materi yang mengarah pada pendalaman dan penerapan materi yang telah ada di buku teks pelajaran.
- 5) LKS yang bertujuan sebagai petunjuk praktikum. LKS ini memuat petunjuk pelaksanaan praktikum sebagai salah satu kontennya.

LKPD memiliki beberapa komponen. Slamet Suyanto, dkk. (2011: 3) mendeskripsikan komponen LKS sebagai berikut.

- 1) Nomor LKS, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah guru mengenal dan menggunakan. Misalnya untuk kelas 1, KD, 1 dan kegiatan 1, nomor LKS-nya adalah LKS 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.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa LKPD memiliki beberapa komponen, yaitu nomor LKPD, judul kegiatan, tujuan pembelajaran, alat dan bahan, prosedur kerja, tabel data/kolom pengamatan/kolom pengukutan, dan bahan diskusi. Komponen kesimpulan dapat ditambahkan dengan pertanyaan yang dapat membimbing peserta didik dalam merumuskan kesimpulan.

Penyusunan LKPD perlu mengikuti langkah-langkah yang sistematis dan terstruktur. Andi Prastowo (2011: 212) mendeskripsikan langkah penyusunan LKPD dalam diagram alir di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Alir Penyusunan LKPD.

Sumber: Andi Prastowo (2011: 212).

Berdasarkan diagram alir di atas, dapat diketahui bahwa penyusunan LKPD diawali terlebih dahulu dengan proses analisis kurikulum. Langkah ini bertujuan untuk menentukan topik-topik materi yang memerlukan bahan ajar berupa LKPD. Hal lain yang harus diperhatikan dalam langkah ini adalah bahwa materi pokok, pengalaman belajar, materi yang akan diajarkan, dan kompetensi yang harus dicapai peserta didik. Penyusunan peta kebutuhan diperlukan untuk mengetahui jumlah LKPD yang harus disusun sekaligus menentukan urutan penyusunan

LKPD. Penulisan LKPD kemudian dimulai dengan merumuskan kompetensi dasar yang dapat diturunkan dari kurikulum 2013. Selanjutnya, penentuan alat penilaian yang akan digunakan. Materi pada LKPD disusun atas kompetensi-kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik. Proses penulisan LKPD perlu memerhatikan struktur LKPD, yang meliputi enam komponen, yaitu judul, petunjuk penggunaan, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas dan langkah kerja, serta penilaian.

Penyusunan LKPD perlu memperhatikan syarat-syarat penyusunan, sehingga peran LKPD dalam pembelajaran dapat maksimal. Berikut adalah tiga syarat penyusunan LKPD berdasarkan pendapat Hendro Darmodjo dan Jenny R.E. Kaligis (1992: 41-46).

- 1) Syarat didaktik, artinya LKS harus mengikuti asas pembelajaran yang efektif, sebagai berikut. Syarat didaktik meliputi beberapa hal di bawah ini
 - a) Memperhatikan perbedaan individual, sehingga LKPD dapat digunakan oleh peserta didik dengan berbagai kemampuan.
 - b) Menekankan pada proses penemuan konsep-konsep sehingga dapat memberikan petunjuk bagi peserta didik dalam mencari tahu.
 - c) Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik, seperti menulis, menggambar, berdialog, menggunakan alat, menyentuh benda nyata, dan sebagainya.

- d) Mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, serta estetika peserta didik.
 - e) Pengalaman belajar yang diperoleh dari LKS ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi peserta didik dan bukan ditentukan oleh materi ajar.
- 2) Syarat konstruksi, yaitu syarat yang berkenaan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan, sehingga LKS dapat dimengerti oleh siswa. Syarat konstruksi meliputi beberapa hal di bawah ini.
- a) Menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat perkembangan atau kedewasaan peserta didik.
 - b) Menggunakan struktur kalimat yang jelas.
 - c) Memiliki tata urutan pelajaran yang sesuai dengan kemampuan peserta didik.
 - d) Menghindari pertanyaan yang terlalu terbuka.
 - e) Sumber acuan sesuai dengan kemampuan keterbacaan peserta didik.
 - f) Menyediakan ruangan yang cukup untuk member keleluasaan pada peserta didik untuk menulis maupun menggambar pada LKS.
 - g) Menggunakan kalimat yang sederhana dan pendek.
 - h) Lebih banyak menggunakan ilustrasi yang bersifat konkret dari pada kata-kata.

- 3) Syarat teknis, meliputi beberapa hal di bawah ini.
- a) Tulisan, syarat teknis tulisan meliputi (1) menggunakan huruf cetak, (2) menggunakan huruf tebal yang agak besar untuk topik, (3) dalam satu baris tidak lebih dari 10 kata, (4) menggunakan bingkai untuk membedakan perintah dengan jawaban peserta didik, (5) perbandingan ukuran huruf dan gambar serasi.

b) Gambar

Menggunakan gambar yang dapat menyampaikan pesan dari gambar tersebut secara efektif kepada pengguna, sehingga penggunaan gambar efektif pada pengguna LKPD.

c) Penampilan

Menggunakan kombinasi gambar dan tulisan yang harmonis.

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwa terdapat tiga syarat utama yang perlu diperhatikan ketika mengembangkan LKPD. Syarat didaktik yang berkaitan dengan terpenuhinya asas pembelajaran efektif, sehingga mensyaratkan bahwa LKPD yang dikembangkan perlu memperhatikan perkembangan peserta didik dari segi pengalaman belajar yang diberikan maupun jenis stimulus yang disajikan dalam LKPD. Syarat konstruksi berkaitan dengan penggunaan bahasa yang mencakup penggunaan kalimat dan kosakata. Syarat ini menekankan agar LKPD menggunakan bahasa dan kalimat yang dapat dimengerti

oleh peserta didik. Syarat teknis LKPD mencakup syarat dari segi tulisan, gambar, dan penulisan.

Selain pendapat di atas, syarat penyusunan bahan ajar juga dikemukakan oleh Depdiknas (2008: 28) menyatakan bahwa komponen evaluasi dari suatu bahan ajar mencakup kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafikan. Berikut ini merupakan penjabaran dari setiap komponen.

- 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.

Berdasarkan uraian di atas, diketahui bahwa bahan ajar memiliki empat aspek yang termasuk dalam komponen evaluatif. Bahan ajar harus memiliki kelayakan isi sehingga materi dalam bahan ajar sesuai dengan kompetensi yang

ingin dicapai, sesuai dengan kebutuhan, dan sesuai dengan perkembangan anak. Selain itu kebahasaan dalam bahan ajar juga perlu dipertimbangkan sehingga maksud kalimat dan materi dapat tersampaikan dengan baik pada peserta didik. Komponen penyajian dan kegrafikan melengkapi bahan ajar dengan penyajian sistematika kegiatan dan stimulus yang tepat serta penyajian ilustrasi, *layout*, dan *font* yang tepat serta menarik.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa Lembar Kerja Peserta Didik merupakan bahan ajar yang dapat dirancang dengan memuat pedoman pelaksanaan kegiatan yang terstruktur dari guru ke peserta didik. LKPD dirancang untuk memfasilitasi peserta didik agar terlibat secara aktif dalam pembelajaran untuk 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 *inquiry science issues* merupakan suatu bahan ajar dengan memuat pedoman pelaksanaan kegiatan yang terstruktur dari guru kepada peserta didik. LKPD dirancang untuk memfasilitasi peserta didik agar terlibat secara aktif dalam pembelajaran untuk menemukan jawaban atas pertanyaan yang dirumuskan berdasarkan isu sains melalui penyelidikan. 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.

Berdasarkan kedua pendapat di atas mengenai syarat penyusunan LKPD dan komponen evaluatif LKPD, dapat diketahui bahwa dalam penyusunan LKPD, penyusun perlu memerhatikan syarat penyusunan LKPD dan komponen evaluatif. Komponen evaluatif yang dijadikan acuan dalam pengembangan LKPD ini adalah 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 *inquiry science issues*, penekanan *practical skill*, dan penekanan *environmental attitude*. 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 *inquiry science issues* yang diuraikan pada tabel 14.

Tabel 14. Kisi-Kisi Penyusunan LKPD Berbasis *Inquiry Science Issues*.

No	Komponen	Aspek	Indikator
1	Kelayakan isi	Kesesuaian dengan KI dan KD	a. Materi sesuai dengan KI. b. Materi sesuai dengan KD. c. Materi mengacu pada tujuan pembelajaran.

No	Komponen	Aspek	Indikator
			d. Indikator ketercapaian kompetensi dirumuskan dengan jelas.
		Kebenaran substansi materi pembelajaran	a. Materi berasal dari sumber yang valid dan dapat dipercaya. b. Materi berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. c. Materi sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik. d. Materi tidak bertentangan dengan fakta.
		Manfaat untuk penambahan wawasan	a. Memfasilitasi peserta didik untuk menemukan konsep baru. b. Menjadikan proses pembelajaran berpusat pada peserta didik. c. Mempermudah peserta didik dalam menumbuhkan <i>practical skill</i> . d. Mempermudah peserta didik dalam menumbuhkan <i>environmental attitude</i> .
		Penekanan pada <i>Inquiry science issues</i>	a. Menyajikan isu sains yang sedang berkembang di masyarakat. b. Memfasilitasi peserta didik untuk dapat mengalami tahap-tahap <i>inquiry science issues</i> dalam kegiatan pembelajaran di LKPD. c. Peserta didik terorientasi dalam suatu pertanyaan ilmiah yang dirumuskan berdasarkan isu. d. Membantu peserta didik untuk menganalisis data berdasarkan bukti empiris yang telah diperoleh.
		Penekanan <i>practical skill</i>	a. Memfasilitasi peserta didik dalam menumbuhkan keterampilan prosedural dan manipulatif. b. Memfasilitasi peserta didik dalam menumbuhkan keterampilan mengobservasi. c. Memfasilitasi peserta didik dalam menumbuhkan keterampilan menggambar. d. Memfasilitasi peserta didik dalam menumbuhkan keterampilan melaporkan dan menginterpretasikan hasil penyelidikan.

No	Komponen	Aspek	Indikator
		Penekanan <i>environmental attitude</i>	<p>a. Memuat pertanyaan yang memfasilitasi peserta didik untuk memunculkan pendapat dan pemikirannya terkait domain <i>Conservation Motivated by Anthropocentric Concern</i>.</p> <p>b. Memuat pertanyaan yang memfasilitasi peserta didik untuk memunculkan pendapat dan pemikirannya terkait domain <i>Confidence in Science and Technology</i>.</p> <p>c. Memuat pertanyaan yang memfasilitasi peserta didik untuk memunculkan pendapat dan pemikirannya terkait domain <i>Personal Conservation Behaviour</i>.</p> <p>d. Memuat pertanyaan yang memfasilitasi peserta didik untuk memunculkan pendapat dan pemikirannya terkait domain <i>Ecocentric Concern</i>.</p>
2	Kebahasaan	Penggunaan Bahasa Indonesia yang baik dan benar	<p>a. Ejaan sesuai dengan kaidah EYD.</p> <p>b. Bahasa mudah dipahami peserta didik.</p> <p>c. Bahasa sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik.</p> <p>d. Bahasa tidak menimbulkan penafsiran ganda.</p>
		Penggunaan kalimat yang tepat	<p>a. Struktur kalimat memenuhi aturan SPOK (Subjek, Predikat, Objek, Keterangan).</p> <p>b. Kalimat efektif.</p> <p>c. Kalimat sederhana dan lugas.</p> <p>d. Kalimat mudah dipahami peserta didik.</p>
3	Penyajian	Penyajian kegiatan pembelajaran yang berurutan dan sistematis	<p>a. Sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik.</p> <p>b. Dimulai dari konsep yang mudah dipahami ke bagian yang lebih mendalam.</p> <p>c. Sesuai dengan tujuan pembelajaran.</p> <p>d. Tahapan <i>inquiry science issues</i> sistematis</p>
		Penyajian pertanyaan	<p>a. Membantu peserta didik untuk membuat kesimpulan.</p> <p>b. Tidak menimbulkan penafsiran ganda.</p> <p>c. Tersedia tempat kosong untuk menjawab pertanyaan.</p> <p>d. Jawaban pertanyaan didapatkan dari hasil</p>

No	Komponen	Aspek	Indikator
			pengolahan informasi (hasil percobaan atau kaji referensi).
		Penyajian materi menimbulkan suasana menyenangkan	<p>a. Mampu memotivasi peserta didik untuk belajar.</p> <p>b. Memberikan contoh dan ilustrasi yang menarik.</p> <p>c. Informasi menarik diberi penanda berupa warna, ukuran teks, atau jenis teks yang menarik.</p> <p>d. Penyajian paragraf tidak terlalu panjang.</p>
3	Kegrafikan	Desain tampilan	<p>a. Desain tampilan pada setiap halaman menarik.</p> <p>b. Sampul LKPD diberi gambar yang merepresentasikan materi.</p> <p>c. LKPD menggunakan kombinasi warna, gambar, dan tulisan yang serasi.</p> <p>d. Setiap halaman tidak terlalu dipadati tulisan.</p>
		Konsistensi tulisan	<p>a. Setiap halaman LKPD maksimal menggunakan 3 jenis huruf.</p> <p>b. Ukuran dan bentuk huruf rapi dan konsisten.</p> <p>c. Penggunaan spasi rapi dan konsisten.</p> <p>d. Teks mudah dibaca.</p>
		Penggunaan gambar yang tepat	<p>a. Relevan dengan teks.</p> <p>b. Dapat menyampaikan isi atau pesan secara efektif.</p> <p>c. Diberi keterangan dan sumber yang jelas.</p> <p>d. Ukuran gambar proporsional.</p>

6. Kajian Keilmuan IPA

Aktivitas manusia berdampak pada ekosistem dalam kategori positif dan negatif. Salah satu dampak negatifnya adalah polusi. Polusi berdasarkan Singh, Y.K. (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. Titik tekannya adalah bahwa polusi merupakan suatu perubahan di alam yang tidak diinginkan. Perubahan tersebut dapat berupa perubahan fisik, khemis, maupun biologis pada udara, air, maupun tanah. Perubahan ini dapat menimbulkan dampak negatif bagi ekosistem.

Perubahan yang tidak diinginkan tersebut dapat terjadi karena adanya bahan-bahan asing yang mengontaminasi udara, air, maupun tanah. EPA (2008: 3) menyatakan bahwa bahan kontaminan tersebut adalah bahan berbahaya. Hal tersebut ditekankan dalam pernyataannya bahwa *pollution is the release of harmful substances called pollutants into the environment*. Berdasarkan pernyataan di atas dapat diketahui bahwa polusi merupakan suatu fenomena ketika bahan berbahaya mengontaminasi lingkungan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa polusi adalah fenomena terkontaminasinya lingkungan dengan bahan-bahan asing yang berbahaya, sehingga keadaan lingkungan menjadi berubah secara fisik, khemis, maupun biologis dari keadaan normalnya. Polusi terjadi ketika konsentrasi bahan-bahan berbahaya tersebut telah mencapai jumlah yang dapat membahayakan kelangsungan lingkungan maupun kelangsungan hidup makhluk hidup. Polusi dapat menimbulkan dampak negatif pada makhluk hidup maupun komponen ekosistem lainnya.

Polusi dapat terjadi pada air, udara, maupun tanah. Polusi udara terjadi karena udara terkontaminasi oleh polutan udara. Polutan merupakan bahan berbahaya

bagi organism. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Eddleman, Scott (2007: 53) bahwa *pollutant is a variable that causes harm to an organism*. Polutan merupakan bahan yang tidak diinginkan keberadaannya di lingkungan karena sifatnya yang berbahaya bagi organisme. Pernyataan tersebut juga didukung oleh pernyataan EPA (2008: 3) bahwa polutan merupakan *chemicals or other substances that are harmful to or unwanted in the environment*. Titik tekan dari kedua pernyataan di atas adalah bahwa polutan merupakan bahan berbahaya yang dapat mengontaminasi lingkungan. Keberadaannya tidak diinginkan di lingkungan, sebab bahan-bahan tersebut berbahaya bagi kelangsungan hidup organisme.

Polusi udara terjadi ketika terjadi akumulasi bahan-bahan berbahaya di udara, sehingga dapat mengancam kesehatan manusia maupun kelangsungan hidup makhluk hidup lainnya. Pan, Y.P. dan Wang Y.S. (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 di atas adalah bahwa polusi udara adalah fenomena terakumulasinya bahan-bahan di atmosfer dalam konsentrasi yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan kelangsungan lingkungan. Terakumulasinya bahan-bahan berbahaya dalam jumlah berlebih di atmosfer tersebut dapat terjadi karena emisi yang dikeluarkan oleh aktivitas manusia maupun aktivitas alam.

Sejalan dengan pernyataan di atas, WHO (dalam Singh,Y.K. 2006: 162) menyatakan bahwa polusi udara adalah *the presence of materials in the air in such concentration which are harmful to man and his environment*. Titik tekan pernyataan WHO di atas adalah bahwa suatu fenomena dikatakan sebagai fenomena polusi udara ketika keberadaan bahan asing di udara telah berada dalam konsentrasi yang akan membahayakan manusia dan lingkungan.

Berdasarkan kedua pendapat ahli di atas, dapat diketahui bahwa polusi udara adalah suatu fenomena yang terjadi akibat terakumulasinya bahan-bahan di udara, yang dapat berupa gas, cairan, maupun partikel padat akibat emisi dari aktivitas manusia maupun aktivitas alam. Bahan-bahan tersebut berada dalam konsentrasi yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungannya.

Polutan dapat berasal dari alam maupun aktivitas manusia. Berikut merupakan sumber-sumber polusi udara berdasarkan Singh,Y.K. (2006: 162).

a. Pembakaran bahan bakar fosil

Pembakaran batu bara maupun bahan bakar fosil dapat menyebabkan polusi udara. Kegiatan ini melepaskan karbon dioksida (CO_2) maupun sulfur oksida.

b. Emisi dari kendaraan bermotor

Kendaraan bermotor menyumbang lebih dari 80% polutan udara. Lokomotif, transportasi udara, maupun mobil pribadi mampu melepaskan CO, hidrokarbon yang tidak terbakar sempurna, maupun nitrogen oksida.

c. Industri

Industri kertas, pengolahan minyak bumi, pupuk, pembangkit listrik, maupun industri logam juga merupakan beberapa sumber polutan udara. Industri ini melepaskan beberapa macam gas berbahaya, seperti CO, SO₃, maupun NO ke atmosfer. Industri lain, seperti industri tekstil juga melepaskan debu dan partikel lainnya ke udara.

d. Aktivitas alam

Emisi gas dari gunung berapi yang aktif, geyser, maupun mata air panas dapat menjadi sumber polutan udara.

Polutan udara dapat berupa gas, cair, maupun padat. Pembakaran yang melibatkan reaksi oksidasi juga mengemisikan senyawa kimia tertentu ke atmosfer. Uap air dan karbon dioksida adalah produk utama saat hidrokarbon dibakar. Meski demikian, pembakaran juga menghasilkan polutan yang merupakan sumber polusi udara. Trefil, James dan Robert M. Hazen (2010: 412) mendeskripsikan tiga polutan utama yang dihasilkan saat pembakaran terjadi.

a. Nitrogen oksida

Saat temperatur udara dinaikkan hingga berada di atas 500 °C, nitrogen di udara akan bereaksi dengan oksigen membentuk senyawa NO_x: nitrogen monoksida (NO), nitrogen dioksida (NO₂), dan lainnya. Lambang x mengindikasikan bahwa senyawa mengandung jumlah atom oksigen yang berbeda-beda.

b. Senyawa sulfur

Minyak bumi dan batu bara yang merupakan bahan bakar fosil biasanya mengandung sulfur sebagai kontaminan maupun sebagai bagian integral dari strukturnya. Reaksi antara sulfur dan oksigen, yaitu sulfur oksida (SO_2) dilepaskan ke atmosfer sebagai hasil dari pembakaran bahan tersebut.

c. Hidrokarbon

Molekul rantai panjang yang menyusun hidrokarbon jarang terbakar sempurna di kehidupan nyata. Sebagai konsekuensinya adalah bagian molekul hidrokarbon yang tidak bereaksi saat pembakaran dilepaskan ke atmosfer.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa dari proses pembakaran, dilepaskan tiga polutan utama yang dapat menjadi pencemar udara. EPA telah menentukan empat polutan udara utama yang selalu diregulasi konsentrasi di setiap tempat di setiap negara. Konsentrasi dari kempat polutan ini dijadikan parameter yang menentukan kategori kualitas udara di suatu tempat. Berikut merupakan uraian dari kempat polutan utama menurut EPA (2014: 5-10).

a. Ozon

Ozon adalah gas yang ditapati ditemukan di udara yang terhirup. Ozon yang baik adalah ozon yang terbentuk secara alami di atmosfer atas bumi, yaitu sekitar 6-30 mil di atas permukaan bumi. Ozon yang buruk adalah ozon yang terbentuk ketika polutan yang dilepaskan oleh mobil, pembangkit listrik, industri, maupun sumber polusi lain bereaksi dengan cahaya matahari. Ketika cahaya matahari mengenai campuran nitrogen (NO_x) dan hidrokarbon di

udara akan menimbulkan reaksi kimia yang menghasilkan ozon, molekul yang tersusun atas tiga atom oksigen. Ozon ini tidak terbentuk di atmosfer atas bumi.

b. Partikel

Polutan juga dapat berupa partikel, yang dapat berupa padatan maupun cairan. Beberapa partikel diemisikan langsung dari sumber polutan udara, namun terdapat pula partikel yang terbentuk karena terjadi reaksi kimia di atmosfer. Ukuran partikel bervariasi, sehingga EPA (2014: 7) mengklasifikasikan partikel berdasarkan ukurannya sebagai berikut.

1) *Fine particles*

Partikel dalam kategori ini memiliki diameter ≤ 2.5 mikrometer. Partikel ini hanya dapat terdeteksi oleh mikroskop electron karena ukurannya yang sangat kecil. Sumber utama yang mengemisikan partikel ini adalah mesin kendaraan bermotor, stasiun pembangkit listrik, pembakaran kayu, kebakaran hutan, maupun kegiatan industri.

2) *Coarse particles*

Partikel ini memiliki diameter antara 2.5 dan 10 mikrometer. Partikel ini dapat dilepaskan dari kegiatan yang melibatkan proses penghancuran padatan, pembakaran kayu, serta pengoperasian kendaraan dan mesin yang dapat menghasilkan debu.

c. Karbon monoksida

Gas ini tidak berbau dan tidak berwarna. Gas ini terbentuk ketika karbon yang terdapat pada bahan bakar tidak terbakar dengan sempurna. Kendaraan berkontribusi sekitar 75% dari seluruh emisi karbon monoksida di setiap negara. Sumber lain yang dapat melepaskan karbon monoksida adalah proses industri dan kebakaran hutan. Karbon monoksida memiliki level tertinggi saat cuaca dingin, karena temperatur rendah menyebabkan pembakaran tidak sempurna.

d. Sulfur dioksida

Sulfur dioksida adalah gas tidak berwarna, reaktif, dan dihasilkan ketika bahan bakar yang mengandung sulfur, seperti batu bara dan minyak bumi dibakar. Sumber utama yang mengemisikan gas ini adalah stasiun pembangkit listrik, pabrik pengolahan bahan mentah, dan boiler industri.

Polutan udara yang dilepaskan ke udara tidak akan menetap di udara selamanya. Polutan tersebut dapat terbawa angin ke area lain. Selain itu polutan tersebut dapat jatuh ke tanah dalam bentuk debu ataupun hujan. Fenomena tersebut adalah fenomena deposisi. Sejalan dengan pernyataan di atas, EPA (2008: 3) bahwa *when airborne pollutants fall to the earth, or deposit, it is called deposition*. Titik tekan pernyataan di atas adalah bahwa deposisi merupakan peristiwa saat polutan terbawa oleh angin kemudian jatuh ke tanah, atau terdeposisi. Sedangkan Pan,Y.P. dan Wang Y.S. (2015: 951) menyatakan bahwa deposisi merupakan proses alami yang dapat berkontribusi dalam menghilangkan polutan dari

atmosfer. Artinya adalah bahwa deposisi adalah fenomena alami yang terjadi sebagai upaya alam mempertahankan keseimbangannya melalui mekanisme alami. Mekanisme deposisi terjadi dalam dua tipe, yaitu deposisi basah dan deposisi kering.

a. Deposisi Kering

Deposisi kering terjadi ketika polutan udara jatuh ke tanah bukan dalam bentuk hujan ataupun salju. EPA (2008: 7) menyatakan bahwa deposisi kering adalah *the falling of small particles and gases to the earth without rain or snow*. Titik tekannya adalah bahwa deposisi kering merupakan proses jatuhnya partikel kecil maupun gas ke permukaan bumi, namun bukan dalam bentuk hujan ataupun salju. Sejalan dengan pernyataan di atas, Zheng, Mei, et al (2005: 124) bahwa *during dry periods, particles are removed efficiently only by dry processes such as impaction and diffusion to surfaces of objects*. Berdasarkan kedua uraian di atas, dapat diketahui bahwa deposisi kering merupakan proses jatuhnya partikel maupun gas ke permukaan bumi sebagai mekanisme alami yang terjadi untuk menghilangkan polutan di udara. Mekanisme ini tidak melibatkan hujan ataupun salju, sehingga partikel maupun gas jatuh ke permukaan bumi melalui proses transpor langsung ke permukaan benda maupun difusi melewati permukaan benda.

b. Deposisi Basah

Deposi basah terjadi ketika polutan udara jatuh ke tanah dalam bentuk salju ataupun hujan. Zheng, Mei, et al (2005: 124) menyatakan bahwa deposisi basah adalah *particles and gases are removed mainly by precipitations*. Titik tekannya adalah bahwa deposisi basah melibatkan presipitasi sebagai mekanisme untuk menghilangkan polutan di udara. Sedangkan 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 kedua pernyataan di atas, dapat diketahui bahwa deposisi basah merupakan mekanisme alami untuk menghilangkan polutan di udara. Mekanisme ini melibatkan proses presipitasi, yang dapat berupa kabut, hujan, salju, maupun bentuk presipitasi lainnya seperti *hail* dan *sleet*.

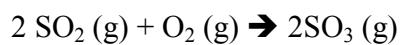
Kedua mekanisme di atas mampu mengurangi karbon maupun polutan lain dari atmosfer bumi, sehingga keseimbangan ekosistem tidak terganggu. Meski demikian, aktivitas manusia mampu menambah polutan ke udara lebih cepat dibandingkan mekanisme alami yang dilakukan oleh bumi untuk menghilangkan polutan tersebut. Hal tersebut dikuatkan oleh pernyataan Pan, Y.P. dan Wang Y.S. (2015: 952) bahwa *in regions where natural biogeochemical cycles are perturbed by human activities, atmospheric deposition can be important sources of either toxic substances or nutrients for the ecosystem*. Titik tekannya adalah bahwa aktivitas manusia yang berkontribusi dalam menambah jumlah polutan udara dalam kuantitas yang besar dapat mengganggu siklus biogeokimia alam, sehingga

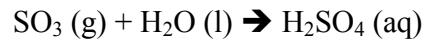
depositi dapat menjadi sumber senyawa berbahaya bagi manusia, hewan, tumbuhan, maupun lingkungan.

Keberadaan campuran nitrogen dan sulfur di udara dapat menyebabkan dampak bagi ekosistem. Trefil,James dan Robert M. Hazen (2010: 412) menyatakan bahwa *when these compounds are in the air, they interact with water, sunlight, and other atmospheric chemicals to form tiny droplets of nitric acid and sulfuric acid*. Titik tekan dari pernyataan di atas adalah bahwa campuran nitrogen dan sulfur di udara dapat bereaksi dengan air, cahaya matahari, dan senyawa kimia lainnya membentuk asam nitrat dan asam sulfat.

Sejalan dengan pernyataan di atas, EPA (2008: 6) menyatakan bahwa *sunlight increases the speed of these reaction and therefore the amount of acid in the atmosphere*. Berdasarkan kedua pernyataan di atas dapat diketahui bahwa proses pembentukan asam nitrat dan asam sulfat terbantu oleh adanya cahaya matahari yang mempercepat laju reaksi. Akibatnya, jumlah asam yang terbentuk di atmosfer juga meningkat. Hujan, salju, kabut, dan bentuk lain dari presipitasi kemudian bercampur dengan asam nitrat dan asam sulfat di udara dan jatuh ke permukaan bumi dalam bentuk hujan asam. Campbell,Neil A.,*et al* (2011: 1244) menekankan bahwa hujan asam memiliki pH lebih rendah dari 5,2.

Berikut merupakan reaksi terbentuknya asam sulfat berdasarkan Hewitt,Paul G.,*et al* (2007: 274).

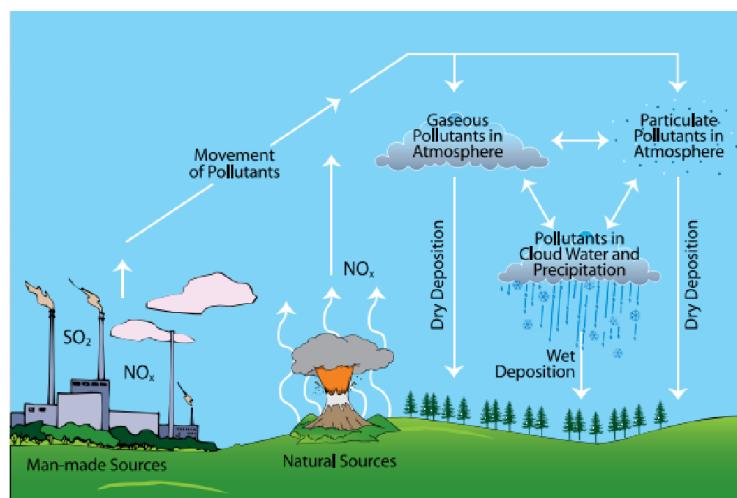




Berikut merupakan reaksi terbentuknya asam nitrat berdasarkan Singh,Y.K. (2006: 204-205).



Berikut merupakan sketsa gambar terjadinya deposisi basah berupa yang bersifat asam dan deposisi kering.

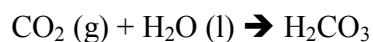


Gambar 3. Sketsa Terjadinya Deposisi Basah dan Deposisi Kering.
Sumber gambar: EPA (2008: 8).

Berdasarkan gambar di atas, dapat diketahui bahwa terdapat dua sumber polutan udara, yaitu aktivitas manusia dan aktivitas alam. Polutan yang dihasilkan dari sumber-sumber tersebut dapat berupa gas maupun partikel. Polutan tersebut dapat terbawa oleh angin ke area lain. Polutan berupa gas NO_x dan SO_2 dapat bereaksi dengan air dan cahaya matahari membentuk asam nitrat dan asam sulfat.

Presipitasi kemudian bercampur dengan asam tersebut menghasilkan bentuk presipitasi yang bersifat asam. Polutan yang berupa gas dan partikel juga dapat terbawa oleh angin ke area lain, sehingga akan mengalami deposisi dalam bentuk gas dan partikel polutan di area lain.

Hujan secara alami bersifat asam. Asam ini berasal dari karbon dioksida. Hewitt,Paul G.,*et al* (2007: 274) menekankan bahwa terdapat sekitar 810 miliar ton CO₂ di atmosfer. Air di atmosfer bereaksi dengan karbon dioksida membentuk asam karbonat yang menyebabkan pH normal air hujan berkisar di bawah pH netral dengan nilai sekitar 5.6. Berikut merupakan reaksi antara karbon dioksida dan air di atmosfer.



Dampak polusi udara dan hujan asam mungkin tidak akan langsung mengenai area yang melepaskan polutan. Hal tersebut disebabkan karena polutan dapat terbawa angin ke area lain, sehingga hujan asam dapat turun di area yang justru bukan penghasil polutan. Berikut merupakan uraian dampak yang dapat mengenai ekosistem, manusia, dan benda berdasarkan pernyataan EPA (2008: 9-13).

a. Hutan

Hujan asam menyebabkan terjadinya defisiensi nutrisi di hutan. hujan asam melarutkan kalsium dan mineral lain yang terkandung pada tanah. Akibatnya hujan asam dapat merusak pohon-pohon di hutan karena dapat melarutkan kalsium di tanah serta kalsium di daun pohon. Pohon menjadi tidak dapat tumbuh dengan baik karena kalsium adalah mineral yang

dibutuhkan oleh pohon untuk tumbuh. Setelah kalsium dilarutkan, hujan membawa mineral tersebut ke area lain melalui aliran air, sehingga tumbuhan tidak dapat memanfaatkannya. Oleh sebab itu pertumbuhan pohon menjadi terhambat akibat adanya hujan asam.

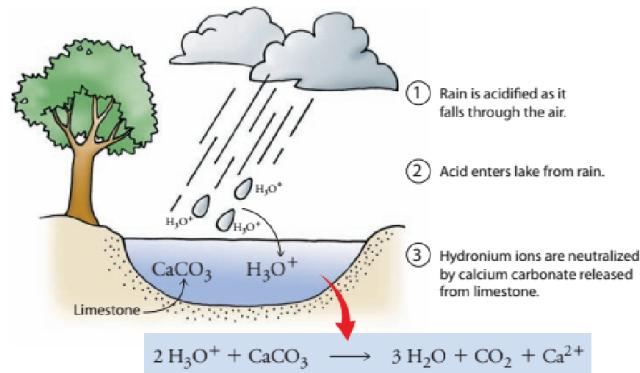
Hujan asam juga dapat membawa alumunium ke tanah. Alumunium dapat membahayakan kelangsungan hidup pohon dan tumbuhan lain. Setelah dilepaskan ke tanah, alumunium dapat terbawa aliran air menuju ke sungai maupun danau. Keberadaannya di kedua tempat ini dapat mengancam kelangsungan hidup ikan dan hewan akuatik lainnya.

Polusi udara juga dapat berupa kabut asap. Fenomena ini mampu mengurangi jumlah cahaya matahari yang dapat sampai ke bumi, sehingga mengurangi jumlah cahaya yang dibutuhkan tumbuhan untuk melakukan fotosintesis.

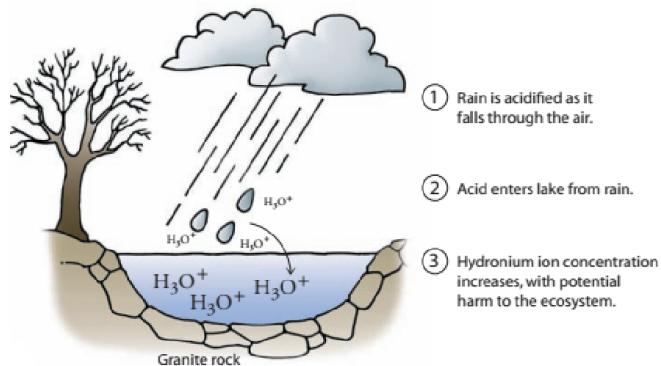
Selain beberapa dampak di atas, dampak lain adalah bahwa tanah menjadi memiliki tingkat keasaman tinggi. Air hujan asam yang mengenai tanah dapat merubah tingkat keasaman tanah. Meski demikian, hal tersebut tidak berlaku bagi tanah yang mengandung batu kapur (*limestone*) ataupun jenis garam yang juga mampu bertindak sebagai *buffer*. Keberadaan *buffer* ini menyebabkan tanah dapat mengurangi derajat keasaman tanah maupun menetralkannya.

b. Danau

Dampak hujan asam pada danau, sungai, maupun air lainnya dapat terjadi dalam dua kondisi. Hewitt,Paul G.,et al (2007: 275) mendeskripsikan kedua kondisi tersebut dalam gambar di bawah ini.



Gambar 4. Dampak Hujan Asam pada Sumber Air dengan Batu Kapur.
Sumber gambar: Hewitt,Paul G.,et al (2007: 275).



Gambar 5. Dampak Hujan Asam pada Sumber Air Tanpa Batu Kapur.
Sumber gambar: Hewitt,Paul G.,et al (2007: 275).

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa dampak negatif hujan asam tidak terjadi pada sumber air yang mengandung kalsium karbonat.

Gambar 4 menunjukkan perairan yang mengandung kalsium karbonat pada

batu kapur. Akibatnya ion H^+ ternetralisis oleh kalsium karbonat yang dilepaskan dari batu kapur, sehingga pH sumber air tidak menurun.

Berbeda dengan gambar 4, gambar 5 menunjukkan sumber air yang terkena dampak negatif hujan asam. Hujan asam yang turun mengenai sumber air melepaskan ion H^+ yang konsentrasiannya akan selalu bertambah seiring dengan hujan asam yang terus menerus turun. Sumber air ini tidak mengandung kalsium karbonat yang dapat menetralkan ion H^+ dan mencegah penurunan pH air.

Sumber air seperti danau dan sungai menjadi kurang mampu untuk mendukung kehidupan organisme yang tumbuh di sumber air tersebut. Derajat keasaman yang tinggi mampu merusak jaringan hidup. Telur ikan tidak dapat bertahan di air dengan pH 5 sedangkan pH yang lebih rendah dari 5 dapat menyebabkan ikan dewasa tidak dapat bertahan hidup.

c. Manusia

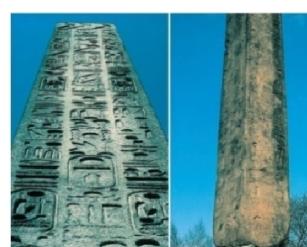
Manusia dapat mengalami iritasi hingga kerusakan paru-paru jika terus menerus menghirup udara yang mengandung gas sulfur dioksida (SO_2), nitrogen oksida (NO_x), partikel, dan ozon. Dampak pada sistem pernapasan mayoritas terlihat dengan lebih jelas pada orang yang memang sejak awal sudah mengalami kelainan pada sistem pernafasannya. Meski demikian, orang yang tidak mengalami kelainan pada sistem pernafasan pun juga dapat merasakan gejala seperti kesulitan dalam bernafas dan rasa sakit di bagian paru-paru akibat menghirup udara berpolusi.

Ozon dapat menyebabkan penyakit asma, emfisema, dan bronchitis jika seseorang menghirup udara dengan konsentrasi ozon yang tinggi. Ozon juga dapat mengurangi kemampuan sistem pernapasan dalam melawan infeksi bakteri. Seseorang yang sehat dapat mengalami gejala seperti batuk, sakit yang disertai dengan kesulitan dalam bernapas, dada terasa sesak, dan nafas menjadi pendek-pendek.

Partikel kecil seperti debu juga dapat memasuki tubuh dan terakumulasi di paru-paru. Keberadaannya dapat menyebabkan iritasi hingga kerusakan pada paru-paru.

d. Benda

Benda-benda dapat mengalami kerusakan ketika terpapar hujan normal. Meski demikian, hujan asam dapat mempercepat proses kerusakan tersebut. Hujan asam dapat merusak logam dan menyebabkan patung-patung yang terbuat dari marmer kehilangan bentuk awalnya. Hal tersebut dapat terjadi karena marmer terbentuk dari kalsium karbonat, yang dapat terlarut dalam asam. Berikut merupakan contoh kerusakan yang terjadi pada patung dan bangunan yang terpapar hujan asam.



Gambar 6. Obelisk Sebelum dan Sesudah Terpapar Hujan Asam.
Sumber gambar: Hewitt,Paul G.,*et al* (2007: 274).



Gambar 7. Patung Setelah Terpapar Hujan Asam.
Sumber gambar: EPA (2008: 13).

B. Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Karey Burek menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) terbukti mampu meningkatkan *environmental attitude* positif peserta didik dengan kenaikan rerata skor dari 107,31 menjadi 108,37.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Pinar Şimşek dan Filiz Kabapinar menunjukkan bahwa pembelajaran *inquiry* mampu meningkatkan keterampilan siswa dalam merumuskan hipotesis, melakukan pengukuran, melakukan klasifikasi, melakukan observasi, mengomunikasikan hasil, dan membuat prediksi. Terjadi peningkatan rerata skor keseluruhan dari 13,50 menjadi 17,00 dengan $P<0,05$ yaitu sebesar 0,013.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ratnasari, Endang Ar, dan Djohar Maknun menunjukkan bahwa pembelajaran *inquiry* pada konsep pencemaran lingkungan mampu meningkatkan sikap peduli lingkungan peserta didik dengan signifikan ($\alpha = 0,05$), dengan *gain score* sebesar 0.73.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Dwi Handayani menunjukkan bahwa dengan petunjuk Praktikum Pembelajaran IPA penguasaan *practical skills* siswa setiap kegiatan selalu mengalami peningkatan. Pada kegiatan pertama penguasaan *practical skills* siswa sebesar 66% dalam kategori baik. Kegiatan kedua penguasaan *practical skills* siswa meningkat menjadi 82% dalam kategori sangat baik. Kegiatan ketiga terjadi peningkatan *practical skills* menjadi 93% dalam kategori yang sangat baik.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Tri Handayani menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pembelajaran berbasis *scientific inquiry and science issues* terhadap: (1) ranah kognitif sebesar 6,1 % dengan nilai signifikansi 0,036; (2) ranah afektif sebesar 34,0 % dengan nilai signifikansi 0,000; dan (3) ranah psikomotor sebesar 15,0 % dengan nilai signifikansi 0,002; serta (4) ketiga ranah tersebut sebesar 55,1% dengan nilai signifikansi 0,000.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Laili Rosita menunjukkan bahwa pembelajaran melalui metode *inquiry-discovery* mampu meningkatkan sikap peduli lingkungan peserta didik.

C. Kerangka Berpikir

Membelajarkan IPA pada peserta didik berarti lebih dari sekadar membelajarkan pengetahuan. IPA memiliki tiga dimensi penting. Dimensi pertama adalah produk dari IPA, yaitu fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori. Dua dimensi lain yang adalah dimensi proses dalam IPA dan sikap ilmiah.

Proses dalam IPA adalah keterampilan yang digunakan saintis untuk mempelajari alam dan menemukan struktur keilmuan IPA. IPA berkaitan dengan menanya dan memperoleh jawaban atas pertanyaan tersebut. Salah satu keterampilan yang dibutuhkan untuk memperoleh jawaban atas pertanyaan adalah *practical skill*. Pembelajaran di SMP yang pada praktiknya belum menerapkan 5M dalam membelajarkan konsep IPA menyebabkan *practical skill* peserta didik belum terlatih. Selain itu, guru yang cenderung sangat aktif memaparkan materi di setiap kegiatan menyebabkan peserta didik kurang memperoleh kesempatan untuk aktif terlibat dalam pembelajaran dan mengonstruksi sendiri pengetahuannya.

Practical skill juga digunakan di kehidupan sehari-hari untuk menjawab berbagai masalah, isu, maupun pertanyaan yang muncul di kehidupan sehari-hari. Ketika guru membelajarkan kepada peserta didik untuk menggunakan *practical skill*, guru juga mengajarkan kepada peserta didik perihal keterampilan yang akan digunakan dan perlu mereka kuasai di berbagai bidang kehidupan untuk menemukan jawaban atas pertanyaan, isu, maupun masalah.

Pembelajaran yang masih terpusat pada guru juga dapat mengurangi kesempatan peserta didik untuk dapat berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Hal tersebut dapat mengurangi kepekaan peserta didik terhadap lingkungan dan isu terkait lingkungan yang beredar di sekitarnya. Ketidakpekaan peserta didik terhadap lingkungan dapat berujung pada sikap peserta didik yang tidak peduli

dengan lingkungan disekitarnya. Krisis lingkungan ini dapat dihadapi salah satunya dengan merubah cara pandang manusia dan komitmen untuk bertindak terhadap lingkungan melalui pendidikan, mengingat bahwa lingkungan tengah mengalami berbagai kerusakan dan anak-anak adalah tonggak masa depan yang akan membuat keputusan di bidang lingkungan, sosial, maupun ekonomi.

Berdasarkan uraian di atas mengenai pentingnya penumbuhan *practical skill* dan *environmental attitude* pada peserta didik maka diperlukan suatu cara untuk membelajarkan konsep IPA yang dapat memfasilitasi penumbuhan *practical skill* dan *environmental attitude* sesuai dengan tingkat perkembangan anak. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa siswa SMP kebanyakan masih dalam tahap peralihan periode operasional konkret, diperlukan pembelajaran yang dapat memberikan pengalaman langsung pada peserta didik dengan objek belajarnya sekaligus mengaitkannya dengan isu-isu lingkungan, sehingga peserta didik memiliki kesempatan terlibat secara langsung untuk dapat menyelidiki fenomena yang terkait dengan konsep IPA yang dipelajari. Salah satu pembelajaran yang dapat memfasilitasi penumbuhan *practical skill* dan *environmental attitude* adalah pembelajaran *inquiry science issues*.

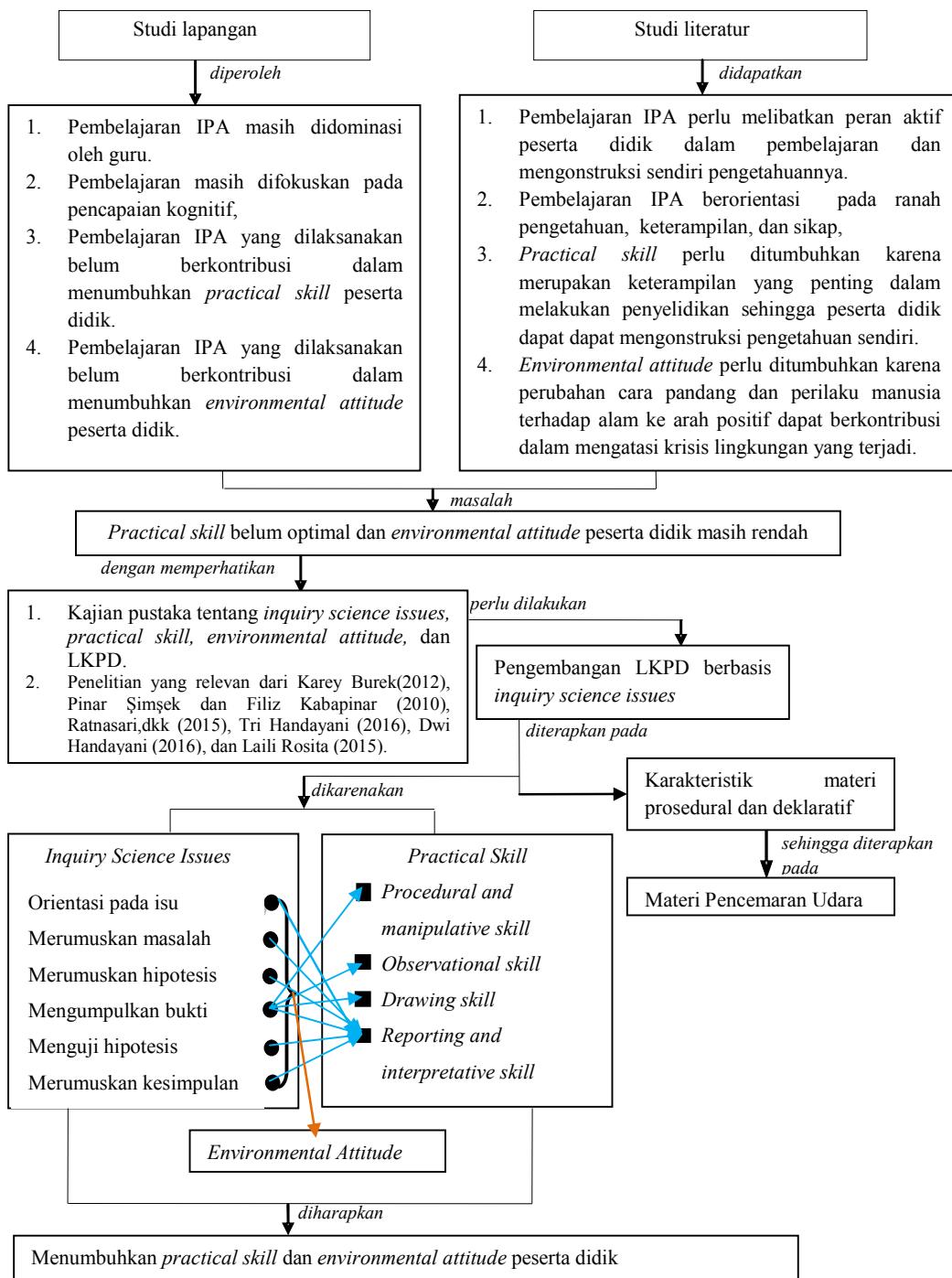
Proses *inquiry* meliputi orientasi, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan bukti, menguji hipotesis, dan merumuskan kesimpulan. Melalui kegiatan merumuskan masalah dan hipotesis, peserta didik dapat menumbuhkan kemampuannya dalam merumuskan pertanyaan serta prediksi

yang dapat dijawab melalui penyelidikan berdasarkan informasi yang dibaca dari suatu sumber ataupun hasil observasi secara langsung. Selain itu, selama melakukan eksperimen ataupun observasi peserta didik dapat berlatih untuk menggunakan alat dan bahan serta melakukan prosedur kerja dengan tetap memperhatikan keselamatan kerja. Peserta didik dapat berlatih melakukan observasi, mengumpulkan informasi, dan melakukan pengukuran dengan akurat menggunakan alat yang relevan dan satuan yang tepat. Setelah memperoleh data peserta didik dapat berlatih menentukan metode yang tepat untuk mengorganisasikan data hasil penyelidikan yang telah diperoleh dalam tabel ataupun grafik. Melalui proses *inquiry* peserta didik juga turut menumbuhkan kemampuannya untuk menganalisis dan menginterpretasikan hasil penyelidikannya melalui proses mengidentifikasi pola dan hubungan yang muncul dalam data yang diperoleh. Berdasarkan hasil analisis tersebut kemudian peserta didik dapat membuat hubungan antara hasil penyelidikannya dengan pertanyaan dan prediksi yang telah mereka buat sebelumnya untuk membuat kesimpulan hasil penyelidikan. Dengan demikian kempat kategori *practical skill* dapat dilatih dan terus dikembangkan melalui proses pembelajaran *inquiry*.

Selain itu, melalui pembelajaran *inquiry* yang dikaitkan dengan isu-isu lingkungan, peserta didik dapat belajar untuk memaknai hubungan antara alam dengan manusia melalui pemberian pengalaman belajar di luar kelas dan penyajian isu-isu lingkungan yang menjadi perdebatan secara etis dan politis.

Melalui partisipasi aktif peserta didik dalam pembelajaran *inquiry science issues*, peserta didik terfasilitasi dalam menumbuhkan komitmennya untuk melindungi alam karena mereka memahami bahwa alam berperan penting bagi kehidupan manusia maupun makhluk lainnya. Dengan demikian *environmental attitude* peserta didik dapat dikembangkan ke arah positif.

Berdasarkan uraian di atas, pembelajaran *inquiry science issues* diharapkan dapat menumbuhkan *practical skill* serta *environmental attitude*. Kerangka berpikir dari penelitian ini dapat digambarkan dalam gambar 9.



Gambar 8. Diagram Alur Kerangka Berpikir.