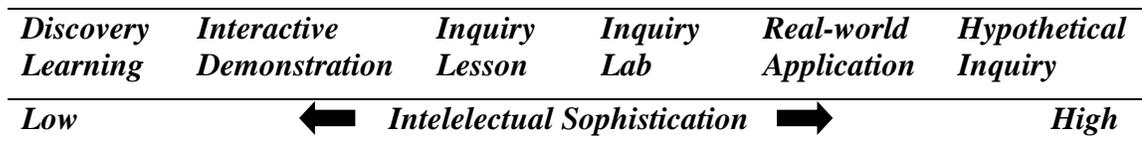


BAB II
KETERKAITAN *LEVELS OF INQUIRY* DENGAN LITERASI SAINS
PESERTA DIDIK SMP PADA TEMA LIMBAH DAN UPAYA
PENANGGULANGANNYA

A. *Levels of Inquiry*

Levels of Inquiry merupakan suatu hierarki pembelajaran yang dikembangkan Wenning. *Levels of inquiry* (Wenning, 2005, hlm. 3 ; 2010, hlm. 11 ; 2011, hlm. 17) menyajikan pembelajaran *inquiry* secara sistematis dan komprehensif. Berbeda dengan model pembelajaran *inquiry* yang telah biasa digunakan oleh pendidik-pendidik. Ketika peserta didik diajarkan menggunakan *levels of inquiry*, maka peserta didik memiliki kesempatan untuk mengamati (*observation*), merumuskan prediksi (*formulate predictions*), mengumpulkan dan menganalisis data (*collect and analyze data*), membangun prinsip-prinsip ilmiah (*develop scientific principles*), mensintesis hukum-hukum (*synthesize laws*), merumuskan dan menguji hipotesis (*make and test hypotheses*) (Wenning, 2011, hlm. 17).

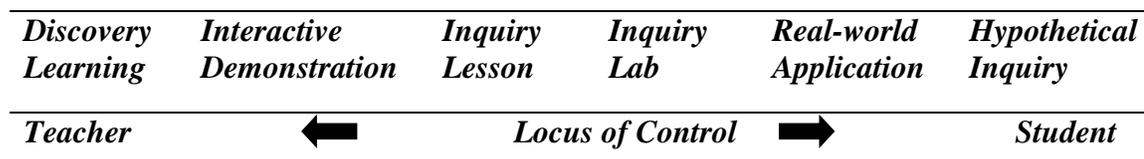
Wenning (2005, hlm. 4) memberikan gambaran hierarki pendidikan *levels of inquiry* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1
Tahapan *Levels of Inquiry*

Pada Gambar 2.1 terlihat bahwa keenam tahapan *levels of inquiry* diurutkan berdasarkan kemampuan intelektual peserta didik. Keenam *levels of inquiry* tersebut menunjukkan keterkaitan antara setiap *level* pembelajaran dengan kemampuan intelektual peserta didik yang terlibat. Semakin tinggi tahapan *inquiry* yang digunakan maka semakin tinggi pula kemampuan intelektual peserta didik yang terlibat, yang juga berarti bahwa semakin berkurangnya peran pendidik dalam proses

pembelajaran, begitu juga sebaliknya, semakin rendah tahapan *inquiry* yang digunakan maka semakin besar peran pendidik dan semakin rendah kemampuan intelektual peserta didik yang terlibat. Adapun keterkaitan antaran peran pendidik dengan tahapan *levels of inquiry* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2
Lokus Kontrol *Levels of Inquiry*

1. Tahapan-Tahapan *Levels of Inquiry*

Tahapan *levels of inquiry* terdiri dari enam tahap/level yaitu 1) tahap *discovery learning*, 2) tahap *interactive demonstration*, 3) tahap *inquiry lesson*, 4) tahap *inquiry lab*, 5) tahap *real-world application*, 6) tahap *hypothetical inquiry*. Berikut penjelasan dari masing-masing tahapan *levels of inquiry*.

a. *Discovery Learning*

Discovery learning merupakan bentuk paling mendasar dari pembelajaran yang berorientasi *inquiry*. Pelaksanaan *discovery learning* didasarkan pada proses penemuan (Wenning, 2005, hlm. 4). Tahapan *discovery learning* memfokuskan pada pengkonstruksian pengetahuan secara induksi oleh peserta didik berdasarkan pengalamannya sendiri. Wenning (2011, hlm. 12) memaparkan langkah-langkah pembelajaran yang digunakan pada tahap *discovery learning* sebagai berikut: 1) pendidik mengenalkan peserta didik satu atau lebih contoh fenomena yang menarik untuk dipelajari, 2) pendidik meminta peserta didik untuk mendeskripsikan hasil obeservasi, 3) pendidik mendorong peserta didik untuk mengidentifikasi situasi fenomena lain yang hampir sama, 4) pendidik mendorong peserta didik bekerja sama dalam kelompok kecil, 5) pendidik meminta peserta didik untuk mengidentifikasi hubungan dan menarik kesimpulan dari suatu fenomen ilmiah yang diamati, 6) pendidik menentukan konsep penting yang ditemukan oleh peserta didik.

b. *Interactive Demonstration*

Interactive demonstration merupakan tahapan kedua setelah tahap *discovery learning*. Pada tahap ini pendidik melakukan demonstrasi, mengembangkan dan mengajukan pertanyaan penyelidikan untuk memunculkan tanggapan peserta didik, meminta penjelasan peserta didik lebih lanjut, meminta peserta didik membuat prediksi, membandingkan hasil prediksi serta meminta peserta didik menarik kesimpulan berdasarkan fakta dan data dari kegiatan demonstrasi yang diberikan oleh pendidik (Wenning, 2005, hlm. 5).

c. *Inquiry Lesson*

Pada tahap ini peserta didik merancang penyelidikan dengan bimbingan pendidik hingga melakukan percobaan terkontrol untuk menemukan hubungan variabel bebas dan variabel terikat. Tahapan ini merupakan tahap terpenting karena berguna untuk menjembatani celah pemisah antara *interactive demonstration* dengan *inquiry laboratory*. Pendidik bertugas untuk menyediakan panduan, memimpin kegiatan eksperimen dan memberikan bimbingan melalui serangkaian pertanyaan dengan tujuan membantu peserta didik agar dapat bereksperimen. Pendidik mendorong peserta didik untuk berperan seperti seorang ilmuwan sains yang sedang bereksperimen (Wenning, 2011, hlm. 12). Tahapan *inquiry lesson* ini bimbingan pendidik berkurang dan peran peserta didik bertambah. Kemampuan *inquiry* peserta didik juga sudah berada pada tahap menengah karena peserta didik diarahkan untuk mengasah kemampuan dalam bereksperimen.

d. *Inquiry Laboratory (Inquiry lab)*

Tahap *inquiry laboratory* memberikan kesempatan secara lebih bebas kepada peserta didik untuk mengembangkan dan melaksanakan rencana eksperimen dan mengumpulkan data berdasarkan penyelidikan (Wenning, 2005, hlm. 6). *Inquiry lab* di bagi menjadi tiga tipe yaitu *guide inquiry*, *bounded inquiry*, dan *free inquiry*. Tipe *guide inquiry*, pendidik secara langsung membimbing peserta didik melalui beberapa pertanyaan untuk membuat prosedur penyelidikan. Terdapat kegiatan *pre-lab* di awal pembelajarannya. Pada tipe *bounded inquiry*, pendidik secara tidak langsung

membimbing peserta didik untuk membuat prosedur penyelidikan. Terdapat kegiatan *pre-lab* di awal pembelajarannya namun lebih sedikit jika dibandingkan pada tipe *guide inquiry*. Pada tipe *free inquiry* pendidik tidak membimbing peserta didik dalam membuat prosedur penyelidikan dan tidak terdapat kegiatan *pre-lab* di awal pembelajarannya (Wenning, 2005, hlm. 7).

e. *Real World Application*

Pada tahap ini peserta didik mengaplikasikan apa yang telah mereka peroleh dari eksperimen ke dalam situasi yang baru. Peserta didik menemukan jawaban dari masalah yang mereka rumuskan baik melalui kegiatan individu ataupun dalam bekerja kelompok dengan menggunakan pendekatan *problem-based* dan *project-based* (Wenning, 2005, hlm. 8).

f. *Hypothetical Inquiry*

Tahap *hypothetical inquiry* dalam *levels of inquiry* merupakan tahapan yang paling tinggi dan melibatkan kemampuan intelektual yang kompleks. Tahap *hypothetical inquiry* dibagi menjadi dua tipe yaitu 1) tipe *pure hypothetical inquiry*, 2) tipe *applied hypothetical inquiry*. Pada tipe *pure hypothetical inquiry*, peserta didik menjelaskan hipotesis secara empiris dari hukum-hukum dan peserta didik menggunakan hipotesis tersebut untuk menjelaskan fenomena. Pada tipe *applied hypothetical inquiry*, peserta didik diharapkan dapat menerapkan pengetahuan yang dimilikinya terhadap berbagai permasalahan (Wenning, 2005, hlm. 9). Pada dasarnya kedua tahap ini menuntut kemampuan intelektual yang kompleks, hanya saja kemampuan intelektual yang digunakan didasarkan pada tujuan yang hendak dicapai.

2. Kemampuan Intelektual yang Dilatihkan pada Setiap Level

Pada setiap tahapan *levels of inquiry* melatih kemampuan intelektual yang berbeda. Semakin tinggi *levels of inquiry* yang digunakan maka semakin kompleks pula kemampuan intelektual peserta didik yang terlibat dan sebaliknya semakin rendah tahapan *levels of inquiry* yang digunakan semakin rendah pula tingkat kemampuan intelektual peserta didik yang terlibat. Berikut adalah Tabel 2.1 yang

akan memaparkan tentang fokus kemampuan intelektual yang dilatihkan pada peserta didik pada setiap tahap dari *levels of inquiry*.

Tabel 2.1
Kemampuan Intelektual Setiap Level

<i>Levels of Inquiry</i>	<i>Intellectual Process Skills</i>
<i>Discovery Learning</i>	<i>Rudimentary Skills:</i> Mengamati, merumuskan konsep, memperkirakan, membuat kesimpulan, mengkomunikasikan hasil, mengklasifikasikan hasil.
<i>Interactive Demonstration</i>	<i>Basic skills:</i> Memprediksi, menjelaskan, memperkirakan, memperoleh dan mengolah data, merumuskan dan merevisi penjelasan ilmiah, menggunakan logika dan bukti, mengenali dan menganalisis penjelasan
<i>Inquiry Lesson</i>	<i>Intermediate Skills:</i> Mengukur, mengumpulkan dan merekam data, membuat tabel data, merancang dan melakukan penyelidikan ilmiah, menggunakan teknologi dan matematika selama investigasi, menggambarkan hubungan
<i>Inquiry lab</i>	<i>Integrated Skills:</i> Mengukur, menetapkan hukum empiris sebagai dasar bukti dan logika, merancang dan melakukan penyelidikan ilmiah, menggunakan teknologi dan matematika selama investigasi
<i>Real-world Applications</i>	<i>Culminating Skills:</i> Mengumpulkan, menilai, dan menafsirkan data dari berbagai sumber, membangun argumen yang logis, membuat dan mempertahankan keputusan berdasarkan bukti, menjelaskan nilai-nilai dalam hubungannya dengan alam, berlatih keterampilan interpersonal
<i>Hypothetical Inquiry</i>	<i>Advanced Skills:</i> Mensintesis hipotesis, menganalisis dan mengevaluasi argumen ilmiah, menghasilkan prediksi melalui proses deduksi, merevisi hipotesis dan prediksi berdasarkan bukti baru memecahkan masalah kompleks

3. Kelebihan dan Kekurangan *Levels of Inquiry*

Dalam setiap model pembelajaran, selalu ada kelebihan dan kekurangannya. Berikut beberapa kelebihan dari model pembelajaran *levels of inquiry*:

- a. Menyajikan serangkaian pembelajaran yang sistematis dan komprehensif dari tahapan yang paling mudah hingga yang paling sulit (Wenning, 2011, hlm. 17)
- b. Memberikan kesempatan kepada pendidik untuk mengembangkan kemampuan intelektual peserta didik berdasarkan tahapan-tahapan *levels of inquiry*
- c. Menghindari kesalahan penggunaan *inquiry* yang tidak terorganisasi dan terputus-putus dalam pembelajaran

Kekurangan *levels of inquiry*:

Adapun kekurangan dari *levels of inquiry* adalah membutuhkan peralatan yang memadai dan waktu yang cukup lama karena banyak kegiatan yang harus dilakukan.

B. Literasi Sains

Literasi sains atau *scientific literacy* berasal dari gabungan dua kata latin, yaitu *litteratus* yang artinya ditandai dengan huruf, melek huruf, atau berpendidikan dan kata *scientia*, yang artinya memiliki pengetahuan (Toharudin, 2011, hlm. 1). Pada perkembangannya literasi sains memiliki berbagai definisi setelah Paul deHart Hurd dari Standford University pertama kali menggunakan istilah literasi sains pada Tahun 1958 (Boer, 2000, hlm.1; Laugksch, 1999,hlm.72; Holbrook & Rannikmae, 2009, hlm.275). Menurut Hurd (1998, hlm. 413) literasi sains adalah tindakan memahami sains dan mengaplikasikannya bagi kebutuhan masyarakat. Literasi sains menurut Miller (1983, hlm. 31) didefinisikan sebagai kemampuan membaca dan menulis tentang sains dan teknologi.

PISA (*Programme for International Student Assessment*) mendefinisikan literasi sains sebagai berikut: literasi sains merupakan kemampuan untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan ilmiah, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti dan data untuk memahami alam semesta dan membuat keputusan dari perubahan yang terjadi karena aktivitas manusia. Berdasarkan beberapa definisi literasi di atas maka dapat disimpulkan bahwa literasi sains merupakan kemampuan untuk menggunakan pengetahuan ilmiahnya dalam

menyelesaikan berbagai permasalahan sehari-hari berdasarkan bukti dan fakta yang telah diperoleh.

Literasi sains yang dimaksud dalam penelitian ini adalah literasi sains yang merujuk pada *frame work* PISA 2015 (OECD, 2013). Dalam literasi sains PISA 2015, digunakan empat domain yaitu; 1) domain konteks (*contexts*), 2) domain kompetensi (*competencies*), 3) domain pengetahuan (*knowledge*), dan 4) domain sikap (*attitudes*). Berikut penjelasan dari masing-masing domain:

1. Domain Konteks (*Contexts*)

Domain konteks yang dimaksud PISA 2015 adalah konteks tidak terbatas pada aspek umum dari pelajaran yang peserta didik dapatkan, namun juga mencakup isu-isu kontekstual dalam lingkup pribadi /personal, lokasi/nasional, dan global yang akan mencerminkan bukti keberhasilan literasi sains.

2. Domain Kompetensi (*Competencies*)

Terdapat tiga kompetensi dalam domain kompetensi yaitu menjelaskan fenomena ilmiah, merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, serta menginterpretasikan data dan bukti ilmiah. Pada kompetensi menjelaskan fenomena ilmiah mengharuskan peserta didik untuk mengingat konten pengetahuan yang sesuai dan menggunakannya untuk menjelaskan suatu fenomena. Kompetensi mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah diperlukan untuk mengevaluasi laporan temuan ilmiah dan penyelidikan. Kompetensi menginterpretasikan data dan bukti ilmiah diperlukan untuk menafsirkan dan memahami bentuk-bentuk dasar data ilmiah dan bukti ilmiah yang dapat digunakan untuk menarik kesimpulan. Tabel 2.2 berikut menjabarkan indikator-indikator dari ketiga kompetensi tersebut.

Tabel 2.2.
Indikator pada Domain Kompetensi PISA 2015

Aspek	Indikator
-------	-----------

Aspek	Indikator
Menjelaskan fenomena ilmiah	<p>Mengakui, mengajukan, dan mengevaluasi penjelasan dari berbagai fenomena alam dan teknologi dengan menunjukkan kemampuan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengingat dan menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai 2. Mengidentifikasi, menggunakan, dan menghasilkan model yang jelas dan representasi 3. Membuat dan membenarkan prediksi 4. Mengajukan hipotesis yang jelas 5. Menjelaskan penerapan dari pengetahuan ilmiah untuk masyarakat
Mengevaluasi dan Merancang Penelitian Ilmiah	<p>Menjelaskan dan menilai penelitian ilmiah, serta mengusulkan cara-cara mengatasi permasalahan ilmiah dengan menunjukkan kemampuan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi pertanyaan ilmiah yang dieksplorasi dari penelitian ilmiah yang diberikan 2. Membedakan pertanyaan yang memungkinkan untuk diselidiki secara ilmiah 3. Mengusulkan cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah 4. Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah 5. Menjelaskan dan mengevaluasi berbagai cara yang digunakan oleh ilmuwan untuk memastikan keandalan data dan objektivitas serta keumuman penjelasan
Menginterpretasikan data dan bukti ilmiah	<p>Menganalisis dan mengevaluasi data ilmiah, mengklaim dan memberikan argumen dalam berbagai representasi serta menarik kesimpulan yang tepat dengan menunjukkan kemampuan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengubah data dari satu representasi ke representasi lain 2. Menganalisis dan menafsirkan data serta menarik kesimpulan yang tepat 3. Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks-ilmu terkait 4. Membedakan antara argumen yang didasarkan pada bukti ilmiah dan teori dan yang didasarkan pada pertimbangan lain 5. Mengevaluasi argumen ilmiah dan bukti dari

Aspek	Indikator
	berbagai sumber (misalnya koran, internet, jurnal)

(OECD, 2013, hlm. 12)

3. Domain Pengetahuan (*Knowledge*)

Terdapat tiga aspek dalam domain pengetahuan yaitu pengetahuan konten (*content knowledge*), pengetahuan procedural (*procedural knowledge*), pengetahuan epistemic (*epistemic knowledge*) (OECD, 2013, hlm. 17). Berikut Tabel 2.3 mengenai deskripsi masing-masing aspek dalam domain pengetahuan.

Tabel 2.3
Aspek Domain Pengetahuan dan Deskripsinya

Aspek	Deskripsi
Pengetahuan Konten	Konten terdiri dari bidang fisika, kimia, biologi, dan bumi dengan kriteria: <ol style="list-style-type: none"> 1. Memiliki relevansi dengan situasi kehidupan nyata 2. Merupakan konsep ilmiah yang penting 3. Sesuai dengan tingkat perkembangan anak 15 tahun
Pengetahuan Prosedural	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsep mengenai variabel yang diukur; variabel bebas, terikat, dan variabel kontrol 2. Konsep pengukuran (secara kuantitatif), observasi (kualitatif), penggunaan skala, dan pengelompokan variabel 3. Cara untuk menghitung dan mengurangi ketidakpastian

Aspek	Deskripsi
	<p>nilai yang diukur; seperti pengulangan pengukuran dan perata-rataan data</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Mekanisme untuk memastikan replikabilitas (kedekatan antara besaran yang diukur berulang), dan akurasi (kedekatan antara nilai yang diukur dan nilai yang sebenarnya) 5. Cara menampilkan dan mengabstrakkan data menggunakan tabel, grafik, dan diagram dengan sesuai 6. Strategi mengontrol sebuah variabel dan peran variabel tersebut pada rancangan penelitian atau menggunakan uji coba yang acak untuk menghindari penemuan yang sudah ada 7. Penentuan rancangan penelitian yang sesuai dengan pertanyaan ilmiah yang diberikan. Contoh: ekperimental atau hanya melihat pola
<p>Pengetahuan Epistemik</p>	<p>Membangun dan mendefinisikan aspek ilmiah, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sifat pengamatan ilmiah, fakta, hipotesis, model dan teori-teori 2. Maksud dan tujuan dari sains (untuk menghasilkan penjelasan tentang alam) dan yang membedakannya dari teknologi (untuk menghasilkan solusi optimal dari kebutuhan manusia, serta apa yang mendasari pertanyaan ilmiah atau yang bersifat teknologi menggunakan data yang sesuai 3. Nilai nilai ilmiah, seperti komitmen untuk mempublikasi hasil temuan, dan obyektivitas serta menghilangkan praduga awal 4. Sifat-sifat mengajukan alasan ilmiah, seperti deduktif, induktif, abduktif (menyimpulkan dari penjelasan yang telah ada), analogikal, dan pemodelan <p>Peran pembangunan dan pendefinisian aspek ilmiah dalam menjustifikasi pengetahuan yang dihasilkan secara ilmiah, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana pengajuan (klaim) ilmiah didukung oleh data dan alasan yang tepat 2. Fungsi dari bentuk penelitian ilmiah yang berbeda dalam menghasilkan pengetahuan, tujuannya (untuk menguji penjelasan, hipotesis, atau mengidentifikasi pola) dan rancangannya (observasi, eksperimen terkontrol, kajian tentang hubungan)

Aspek	Deskripsi
	<ol style="list-style-type: none"> 3. Bagaimana kesalahan pengukuran mempengaruhi tingkat kepercayaan di pengetahuan ilmiah 4. Penggunaan dan peranan fisik, sistem dan model abstrak, serta batasannya 5. Peranan kolaborasi, kritis, dan bagaimana peninjauan dapat menghasilkan kepercayaan pada pengajuan (klaim) ilmiah 6. Peranan pengetahuan ilmiah bersama dengan bentuk pengetahuan lain, dalam menangani isu-isu di masyarakat dan isu teknologi

(OECD, 2013, hlm. 18)

4. Kerangka Pemikiran

Levels of inquiry menyajikan suatu rangkaian pembelajaran yang sistematis dan komprehensif dari tingkatan pembelajaran yang paling mudah sampai ke yang paling sulit. Selain hal tersebut, setiap level pembelajaran *levels of inquiry* mengembangkan kemampuan intelektual peserta didik yang berbeda, mulai dari kemampuan yang rendah (*rudimentary skills*) hingga kemampuan yang tinggi (*advanced skills*). Seperti yang diungkapkan oleh Wenning (2011, hlm. 17) yaitu *levels of inquiry* merupakan sebuah hierarki pembelajaran yang mengembangkan kemampuan intelektual peserta didik dari tingkat dasar hingga tingkat lanjut melalui pembelajaran yang sistematis (*systematic*) dan komprehensi (*comprehensive fashion*). Berdasarkan pemaparan tentang kemampuan intelektual yang dikembangkan pada setiap level, dan domain pada kemampuan literasi sains peserta didik, maka peneliti melihat adanya keterkaitan antara kemampuan intelektual yang dilatihkan dan kemampuan literasi sains peserta didik khususnya pada domain kompetensi pada aspek menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, menginterpretasikan data dan bukti ilmiah. Selain menemukan keterkaitan tersebut, peneliti juga memperhatikan domain pengetahuan (*content knowledge*) khususnya pada aspek pengetahuan konten, bahwa peneliti juga memperhatikan

muatan konsep, kompetensi inti, kompetensi dasar yang telah ditentukan oleh kurikulum.

Tahapan *levels of inquiry* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari empat tahapan yaitu: *discovery learning*, *interactive demonstration*, *inquiry lesson* dan *guided inquiry laboratory*. Penggunaan empat tahap dalam penelitian ini didasarkan pada hasil diskusi dengan Wenning via email, bahwa penerapan *levels of inquiry* sangat fleksibel, bergantung pada karakteristik peserta didiknya. Adapun karakteristik peserta didik Sekolah Menengah Pertama (SMP) kelas VII umumnya baru mulai menuju tahap perkembangan intelektual operasi formal yang berarti bahwa peserta didik belum sepenuhnya menggunakan operasi formalnya secara utuh. Peserta didik masih menggunakan operasi-operasi konkretnya untuk membentuk tingkat operasi selanjutnya yang lebih kompleks (Slavin, 2009, hlm. 53), sehingga peneliti memilih tipe *guided inquiry laboratory* pada tahapan keempat. Berikut Tabel 2.4 tentang matriks keterkaitan *levels of inquiry* dengan literasi sains peserta didik.

Tabel 2.4
Matriks *Levels of Inquiry* dengan Literasi Sains

<i>Levels of Inquiry</i>	Kemampuan Intelektual yang Dikembangkan	Domain Kompetensi	
		Aspek	Indikator
<i>Discovery Learning</i>	<i>Rudimentary skills:</i>		
	Mengamati	Menjelaskan fenomena ilmiah	Mengidentifikasi, menggunakan, dan menghasilkan model yang jelas dan representasi
	Merumuskan konsep	Menjelaskan fenomena ilmiah	Mengingat dan menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai
	Memperkirakan	Menjelaskan fenomena ilmiah	Mengajukan hipotesis yang jelas
	Membuat kesimpulan	Menjelaskan fenomena ilmiah	Mengidentifikasi, menggunakan, dan menghasilkan model yang jelas dan representasi
	Mengkomunikasikan	Menjelaskan fenomena ilmiah	Menjelaskan penerapan dari pengetahuan ilmiah untuk masyarakat

<i>Levels of Inquiry</i>	Kemampuan Intelektual yang Dikembangkan	Domain Kompetensi	
		Aspek	Indikator
	Mengklasifikasikan	Menginterpretasikan data dan bukti ilmiah	Membedakan antara argumen yang didasarkan pada bukti ilmiah dan teori dan yang didasarkan pada pertimbangan lain
<i>Interactive Demonstration</i>	Basic Skills: Memprediksi	Menjelaskan fenomena ilmiah	Membuat dan membenarkan prediksi
	Menjelaskan	Menjelaskan fenomena ilmiah	Mengingat dan menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai
	Memperkirakan	Mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah	Mengusulkan cara mengeksplorasi pertanyaan yang memungkinkan untuk diselidiki secara ilmiah
	Memperoleh dan Mengolah data	Menginterpretasikan data dan bukti ilmiah	Menganalisis dan menafsirkan data serta menarik kesimpulan yang tepat
	Merumuskan dan merevisi penjelasan ilmiah dengan logika dan bukti	Mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah	Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah melalui demonstrasi
	Mengenali dan menganalisis penjelasan dari demonstrasi	Mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah	Menjelaskan dan mengevaluasi berbagai cara yang digunakan untuk memastikan keandalan data dan objektivitas serta keumuman penjelasan
<i>Inquiry Lesson</i>	Intermediate Skills: Mengumpulkan dan merekam data	Menginterpretasikan data dan bukti ilmiah	Mengubah data dari satu representasi ke representasi lain
	Membuat tabel data hasil pengamatan	Mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah	Menjelaskan dan mengevaluasi berbagai cara yang digunakan untuk memastikan keandalan data dan objektivitas serta keumuman penjelasan
	Merancang dan melakukan	Mengevaluasi dan merancang	Mengidentifikasi pertanyaan ilmiah yang dieksplorasi dari

<i>Levels of Inquiry</i>	Kemampuan Intelektual yang Dikembangkan	Domain Kompetensi	
		Aspek	Indikator
<i>Inquiry Lab</i>	penyelidikan ilmiah	penelitian ilmiah	penelitian ilmiah yang diberikan
	Menggambarkan hubungan	Menjelaskan fenomena ilmiah	Menjelaskan penerapan dari pengetahuan ilmiah
	<i>Integrated Skills:</i> Mengukur	Menginter-pretasikan data dan bukti ilmiah	Mengubah data dari satu representasi ke representasi lain
	Menetapkan hukum empiris tentang dasar bukti dan logika	Menginter-pretasikan data dan bukti ilmiah	Mengidentifikasi asumsi, bukti dan penalaran dalam teks-ilmu terkait
	Merancang dan melakukan penyelidikan ilmiah	Mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah	Mengusulkan cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah

C. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah:

Ho = Tidak terdapat perbedaan nilai yang signifikan antara nilai *pretest* dan nilai *posttest* peserta didik setelah penerapan *levels of inquiry* pada tema limbah dan upaya penanggulangannya.

Ha = Terdapat perbedaan nilai yang signifikan antara nilai *pretest* dan nilai *posttest* peserta didik setelah penerapan *levels of inquiry* pada tema limbah dan upaya penanggulangannya.

D. Materi Limbah dan Upaya Penanggulangannya

Limbah dan upaya penanggulangannya merupakan salah satu tema yang dikembangkan dalam mata pelajaran IPA di SMP pada kelas VII semester 2 dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar sebagai berikut:

1. Kompetensi Inti

KI.1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

Ida Nur Fatmawati, 2015

PENERAPAN LEVELS OF INQUIRY UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK SMP PADA TEMA LIMBAH DAN UPAYA PENANGGULANGANNYA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

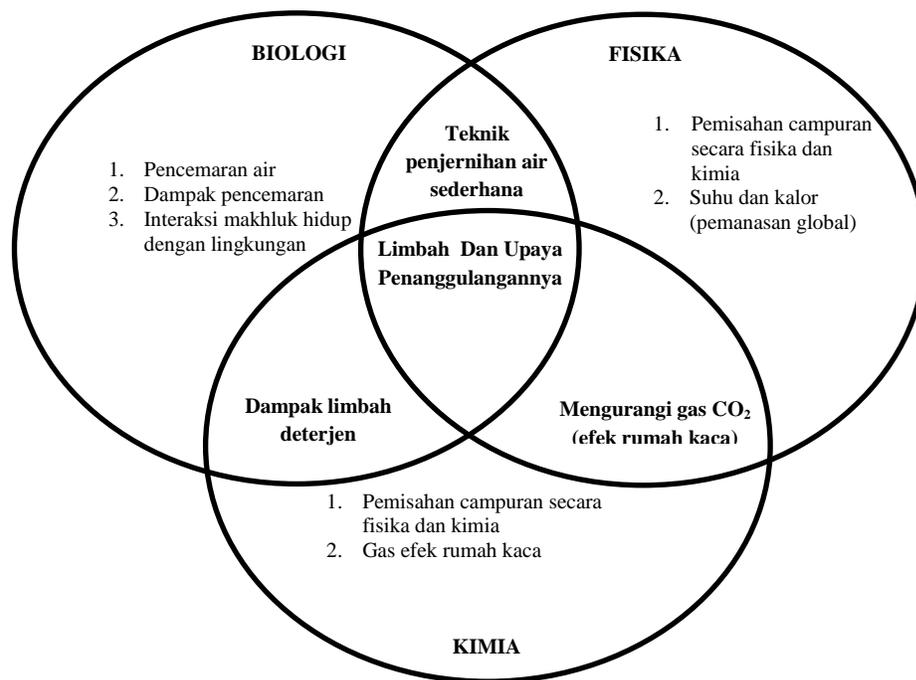
- KI.2 Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri, dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya.
- KI.3 Memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata.
- KI.4 Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori.

2. Kompetensi Dasar

- 1.1 Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang aspek fisik dan kimiawi, kehidupan dalam ekosistem, dan peranan manusia dalam lingkungan serta mewujudkannya dalam pengamalan ajaran agama yang dianutnya.
- 2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi.
- 2.2 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.
- 3.8 Mendeskripsikan interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya.
- 3.9 Mendeskripsikan pencemaran dan dampaknya bagi makhluk hidup.
- 3.10 Mendeskripsikan tentang penyebab terjadinya pemanasan global dan dampaknya bagi ekosistem.
- 4.6 Melakukan pemisahan campuran berdasarkan sifat fisika dan kimia.
- 4.13 Menyajikan data dan informasi tentang pemanasan global dan memberikan usulan penanggulangan masalah.

Berdasarkan analisis Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar tersebut, alokasi waktu pelaksanaan pembelajaran dalam penelitian ini dilaksanakan selama 3 kali

pertemuan tatap muka, atau sebanyak 8 jam pelajaran (8 x 40 menit). Pembelajaran IPA tema limbah dan upaya penanggulangannya akan menggunakan model keterpaduan tipe *integrated*. Model keterpaduan *integrated* merupakan model keterpaduan yang melibatkan lebih dari dua disiplin ilmu dan terdapat tumpang tindih konsep (Forgarty, 1991, hlm. 76). Model *integrated* dipilih karena tema limbah dan upaya penanggulangannya merupakan integrasi dari beberapa konten materi biologi, fisika, kimia. Berikut Gambar 2.3 merupakan bagan keterpaduan tema limbah dan upaya penanggulangannya, menggunakan tipe *integrated*.



Gambar 2.3
Tema Limbah dan Upaya Penanggulangannya Tipe *Integrated*

Limbah merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia atau alam yang tidak atau belum memiliki nilai ekonomis bahkan dapat memiliki nilai ekonomis yang negatif. Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik atau rumah tangga (Daryanto, 2013, hlm. 227). Limbah dari aktivitas manusia ataupun proses alam, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Misalnya pencemaran air, tanah,

dan udara. Pencemaran lingkungan menurut Undang-Undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No.4 Tahun 1982 adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia, atau proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

a. Limbah Cair

Limbah cair merupakan sisa dari suatu hasil atau kegiatan yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan. Limbah cair dapat menyebabkan pencemaran air. Seperti yang kita ketahui bahwa air merupakan sumber kehidupan yang tak tergantikan untuk manusia. Limbah cair dapat berasal dari limbah industri rumah tangga maupun industri. Air yang mengandung bahan pencemar (polutan) akan mengganggu kelangsungan hidup organisme yang hidup di air, dan juga berbahaya bagi kesehatan manusia.

Air adalah zat atau materi yang penting bagi semua bentuk kehidupan di bumi. Adapun sumber air yang paling banyak ditemukan adalah air hujan, air permukaan, dan air tanah. a) Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini mendapat pengotoran selama pengalirannya. Misalnya oleh lumpur, sampah, daun, batang, debu, dan kotoran dari udara sekitarnya. b) Air tanah merupakan air yang berada di bawah permukaan air tanah. Air tanah merupakan sumber utama bagi kehidupan makhluk di bumi. Maka kelayakan air tanah tersebut menjadi persoalan utama (Sutrisno, 2006, hlm. 16). Pada dasarnya, air tanah dapat berasal dari air hujan, baik melalui proses infiltrasi secara langsung maupun tidak langsung dari air sungai, air rawa, dan genang air lainnya. Pada saat infiltrasi ke dalam tanah, air permukaan mengalami kontak dengan mineral-mineral yang terdapat di dalam tanah dan melarutkannya, sehingga kualitas air mengalami perubahan karena terjadi reaksi kimia. Kadar oksigen yang masuk ke dalam tanah menurun digantikan oleh karbondioksida yang berasal dari proses biologis, yaitu dekomposisi bahan organik yang terlarut dalam air tanah.

1. Kelayakan dan Kualitas Air

Kelayakan air dapat diukur secara kualitas dan kuantitas. Kualitas air adalah sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain dalam air. Menurut Sutrisno (2006, hlm. 21), syarat-syarat sumber mata air yang bisa digunakan sebagai air bersih adalah sebagai berikut:

a) Kekeruhan

Air yang berkualitas harus memenuhi persyaratan fisik jernih atau tidak keruh. Air yang keruh disebabkan oleh adanya butiran-butiran *kolevels of inquiry* dari bahan asing. Derajat kekeruhan dinyatakan dengan satuan unit.

b) Tidak berwarna

Air untuk keperluan rumah tangga harus jernih dan tidak berwarna. Air yang berwarna berarti mengandung bahan-bahan lain yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

c) Rasanya tawar

Secara fisika, air bisa dirasakan oleh lidah. Air yang terasa asam, manis, pahit, atau asin menunjukkan bahwa kualitas air tersebut tidak baik. Rasa asin disebabkan adanya garam-garam tertentu yang larut dalam air, sedangkan rasa asam diakibatkan adanya asam organik maupun asam anorganik.

d) Tidak berbau

Air yang baik memiliki ciri-ciri tidak berbau bila dicium dari jauh maupun dari dekat. Air yang berbau busuk berarti mengandung bahan-bahan organik yang sedang mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme air.

e) Temperturnya normal

Air yang baik harus memiliki temperatur sama dengan tempertaure udara (20-26°C). Air yang secara mencolok mempunyai temperatur di atas atau di bawah temperatur udara berarti mengandung zat-zat tertentu yang mengeluarkan atau menyerap energi dalam air.

f) Tidak mengandung zat padatan

Bahan padat adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan suhu 103-105 °C (Sutrisno, 2006, hlm.33).

Selain persyaratan fisik seperti yang disebutkan di atas terdapat juga persyaratan kimia air layak konsumsi. Berikut persyaratan air secara kimia:

1) pH netral

pH adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. Skala pH diukur dengan pH meter atau indikator universal. Air murni memiliki pH 7. Apabila pH kurang dari < 7 berarti air bersifat asam, sedangkan bila pH lebih dari > 7 berarti bersifat basa.

2) Tidak mengandung bahan kimia beracun

Air yang berkualitas baik tidak mengandung bahan kimia beracun seperti sianida sulfida, fenolik.

3) Tidak mengandung ion-ion logam

Air yang berkualitas baik tidak mengandung garam atau ion-ion logam seperti Fe, Mg, Ca, K, Hg, Zn, Cl, Cr.

4) Kesadahan rendah

Kesadahan adalah sifat air yang disebabkan oleh adanya ion-ion logam. Tingginya kesadahan berhubungan dengan garam-garam yang terlarut di dalam air terutama garam Ca dan Mg.

Selain persyaratan fisika dan kimia, terdapat juga persyaratan kelayakan air secara biologi. Air tidak boleh mengandung *Coliform*. Air yang mengandung golongan Coli dianggap telah terkontaminasi dengan kotoran manusia (Sutrisno, hlm. 4). Menurut Sudiarsa (2004, hlm. 27), permasalahan kuantitas air lebih menjurus pada kemampuan merosotnya daya dukung yang mengecil karena hal-hal berikut: a) eksplevels of inquirytas berlebihan, b) eksplevels of inquirytasi yang tidak tepat sasaran, c) pengerusakan daerah resapan air, d) belum adanya konsistensi dan komitmen yang tinggi dari upaya-upaya konservasi air, walaupun dengan cara-cara yang sederhana.

Tabel 2.5 merupakan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 3 Tahun 2010 tentang ukuran kualitas parameter air.

Tabel 2. 5
Kualitas Parameter Air Bersih

Parameter	Kadar Maksimum
BOD	50 mg/liter
COD	100 mg/liter
TDS	150 mg/liter
DO	9 ppm

Peraturan MENLH (2010, hlm. 7)

2. Penjernihan Air

Penjernihan air adalah proses pengolahan air kotor menjadi air bersih dan sehat. Penjernihan air sama dengan pengolahan air yaitu suatu upaya-upaya teknis yang dilakukan untuk mengubah sifat-sifat suatu zat. Pada umumnya ada tiga cara penjernihan air kotor yang bisa digunakan, 1) secara kimia memakai bahan-bahan kimia seperti tawas, ferriklorida, kaporit, Poly Aluminium Chloride. 2) secara fisik dengan memakai aneka ragam bahan penyaring. 3) gabungan penjernihan air secara fisika dan kimia. Ketiga cara tersebut dapat dipakai untuk menanggulangi bau dan kekeruhan air, kandungan bahan kimia, serta pencemaran bibit penyakit. Prinsip dasar yang dipakai untuk penjernihan air secara kimia terdiri dari proses penggumpalan, pengendapan, penyerapan, dan mematikan bibit penyakit. Adapun cara penjernihan air secara fisika dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan sebagai berikut : pasir aktif, pasir silika, arang aktif, dakron, batu zeolit. Biasanya bahan-bahan itu dipakai secara bersamaan (Untung, 2008, hlm. 10).

Batu zeolit umumnya didefinisikan sebagai kristal alumunia silika yang berstruktur tiga dimensi, Yang terbentuk dari tetrahedral alumunia dan silika dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam, biasanya alkali atau alkali tanah

dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Struktur batu zeolit yang berongga tersebut menyebabkan anion atau molekul berukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk dan terjebak. Sehingga air sadah yang dialirkan melalui kolom zeolit akan mengalami pertukaran ion-ion dan menjadi air tidak sadah.

Karbon aktif atau arang aktif adalah arang yang berasal dari tempurung kelapa. Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang memiliki daya serap tinggi karena mengalami proses aktivasi uap dimana saat proses aktivasi tersebut gas hidrogen, gas-gas lain dan kandungan uap airnya terlepas dari material karbon aktif. Pada proses penyerapan, zat-zat diikat ke permukaan pori karbon aktif, dan ditahan di permukaan karbon aktif. Arang aktif dikenal juga sebagai Jepang (Suhana, 2003, hlm. 9). Pasir berfungsi sebagai saringan yang bertujuan untuk mengurangi kandungan lumpur dan bahan-bahan padat yang ada dalam air, dakron berfungsi sebagai penyaring kotoran yang relatif besar.

b. Limbah Gas

Limbah gas merupakan sisa dari suatu hasil atau kegiatan yang berwujud gas yang dibuang ke lingkungan dan di duga dapat menurunkan kualitas lingkungan. Limbah gas dapat menyebabkan pencemaran udara. Pencemaran udara ialah apabila udara di atmosfer dicampuri dengan zat atau radiasi yang berpengaruh jelek terhadap organisme hidup. Pencemar udara dapat digolongkan ke dalam kategori yang pertama ialah gesekan permukaan, kedua penguapan, dan ketiga ialah pembakaran (Sastrawijaya, 2009, hlm. 192). Polusi udara banyak disebabkan zat-zat yang mudah menguap, seperti pelarut cat, perekat, dan bahan-bahan pengandung zat kimia berbahaya lainnya. Demikian pula uap pencemar jika ada reaksi kimia pada suhu tinggi atau tekanan rendah. industri yang berhubungan dengan cat, logam, bahan kimia, atau karet banyak memberikan pencemar udara. Jika uap-uap ini terkondensasi akan tampak pada kita dan bertimbun mengotori ruangan.

Salah satu bentuk pencemaran udara yang sangat merisaukan kehidupan makhluk di bumi saat ini adalah pemanasan global. Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi. Gas-gas di atmosfer yang dapat

mempengaruhi peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi disebut gas rumah kaca. Disebut gas rumah kaca karena sistem kerja gas-gas tersebut di atmosfer bumi mirip dengan cara kerja rumah kaca yang berfungsi menahan panas matahari di dalamnya, agar suhu di dalam rumah kaca tersebut tetap hangat. Salah satu gas rumah kaca yang paling berpengaruh dalam meningkatkan suhu rata-rata bumi adalah gas karbondioksida. Manusia menjadi penyebab utama dalam meningkatnya gas karbondioksida tersebut. Gas karbondioksida pada umumnya dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor, pabrik-pabrik, peternakan, serta pembangkit tenaga listrik. Model iklim yang dijadikan acuan oleh proyek IPCC (*Intergovernmental on Climate Change*) menunjukkan suhu permukaan global akan meningkat 1,1°C hingga 6,4 °C antara tahun 1990 dan 2100. Meningkatnya suhu global diperkirakan akan menyebabkan perubahan-perubahan seperti naiknya permukaan laut, meningkatnya intensitas fenomena cuaca yang ekstrim, perubahan pola presipitasi.

Upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi efek rumah kaca sehingga dapat memperlambat laju pemanasan global adalah: 1) membudayakan gemar menanam pohon, hal ini dikarenakan melalui proses fotosintesis tumbuhan akan menyerap gas karbondioksida dan mengeluarkan gas oksigen, 2) penebangan pohon yang selektif dan diikuti dengan kegiatan penanaman kembali (reboisasi), 3) hindari membakar sampah, 4) tidak membuka lahan baru dengan cara membakarnya, 5) menghemat energi, 6) membiasakan menggunakan transportasi umum.

